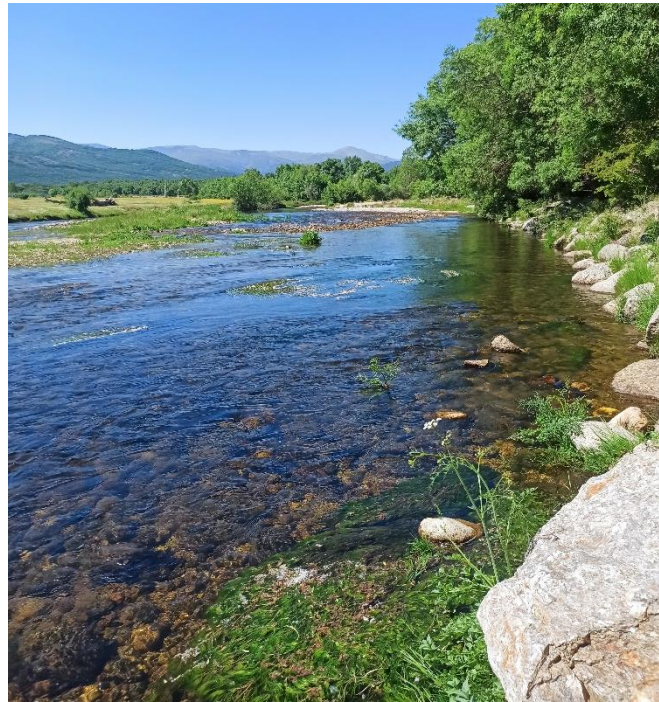


Evaluación del impacto temporal y longitudinal de la regulación de caudales del río Lozoya en el macrobentos fluvial



**Máster Universitario en Restauración de
Ecosistemas Trabajo Fin de Máster**

Presentado por:

Almudena Fernández Cebrián

Director:

Dr. Diego García de Jalón Lastra

Tutor académico:

Dña. María Dolores Jiménez Escobar

Madrid, junio de 2020

Resumen

La regulación de caudales es muy importante para el abastecimiento humano, pero esta provoca perturbaciones en el medio fluvial. En este trabajo vamos a estudiar los efectos que tienen estas regulaciones en el río Lozoya en el macrobentos.

El macrobentos es clave para evaluar la calidad y el estado ecológico del río. Hemos seleccionado el río Lozoya por su importancia en la Comunidad de Madrid ya que sus embalses abastecen a toda la ciudad.

Realizaremos 4 puntos de muestreo en 4 campañas de muestreo entre los años 2018-2019 y posteriormente se han calculado índices de calidad (IBMWP y ETP), índices de biodiversidad (riqueza y diversidad), granulometría, análisis de caudales y análisis de parámetros fisicoquímicos.

Los resultados muestran que el IBMWP da buen estado, menos en la zona 3, que el ETP disminuye a lo largo de nuestro tramo, que hay diferencias significativas de diversidad y riqueza siendo menor en la zona 3. Las diversidades han disminuido debajo de la primera presa y aumentan después de la cadena de presas y la riqueza aumenta en ambas zonas. Además, también encontramos cambios estacionales.

En la variación temporal observamos la mejora del IBMWP de la zona 2, que los cambios de diversidad en las zonas más cercanas a las presas han sido mayores que en las otras y en la variable riqueza se mantiene sin disminuir en estos dos puntos. En el estudio el único cambio significativo temporal ha sido detectado en los inviernos pudiendo ser explicado este por el Cambio climático.

En el caso de nuestro tramo en el río Lozoya solo encontramos un punto que tiene una calidad moderada el resto se encuentran en buena calidad, pero es muy importante la realización de estudios con índices biológicos y de calidad para realización de proyectos de conservación, recuperación y restauración.

Palabras clave

Calidad de agua, presas, indicador biológico, riqueza, diversidad, IBMWP, ETP.

Abstract

Flow regulation is very important for human supply, but this causes disturbances in the river environment. In this work we are going to study the effects that these regulations have on the Lozoya river in the macrobenthos.

Macrobenthos is key to evaluating the quality and ecological status of the river. We have selected the Lozoya River for its importance in the community of Madrid and its reservoirs supply the entire city.

We will carry out 4 sampling points in 4 sampling campaigns between the years 2018-2019 and subsequently quality indices (IBMWP and ETP), biodiversity indices (richness and diversity), granulometry, flow analysis and analysis of physicochemical parameters have been specified.

The results show that the IBMWP is in good condition, except in zone 3, that the ETP decreases throughout our chaff, that there are significant differences in diversity and richness, being less in zone 3. Diversities have decreased below the first dam and increase after the chain of dams and richness increases in both areas. In addition, we also found seasonal changes.

In the temporal variation we observe the improvement of the IBMWP in zone 2, that the diversity changes in the areas closest to the dams have been greater than in the others and in the wealth variable it remains unchanged at these two points. In the study, the only significant temporary change has been detected in winters, which can be explained by climate change.

In the case of our section in the Lozoya river, we only found one point that has moderate quality, the rest are in good quality, but it is very important to carry out studies with biological and quality indices to carry out conservation, recovery and conservation projects. restoration.

Keywords

Water quality, dams, bioindicator, richness, diversity, IBMWP, ETP.

Índice

1. Introducción	2
2. Justificación del trabajo.....	4
3. Objetivos e hipótesis.....	5
4. Materiales y Métodos	6
4.1. Área de estudio	6
4.2. Zonas de muestreo	7
4.3. Muestreo macrobentos	9
4.4. Cálculo de índices de calidad.....	11
4.5. Índices Biológicos de Diversidad y Riqueza.....	12
4.6. Análisis granulométrico.....	12
4.7. Revisión de caudales.	13
4.8. Revisión de análisis fisicoquímicos.....	13
4.9. Análisis estadístico de los datos.	13
5. Resultados.....	14
5.1. Resultados obtenidos en los muestreos 2018-2019.....	14
5.2. Análisis comparativo del macrobentos de los muestreos 1980-81 y 2018-19	25
5.3. Análisis y comparaciones de los caudales.	37
5.4. Análisis y comparaciones fisicoquímicas.	39
7. Discusión.....	40
7.1. Discusión datos 2018-2019.....	40
7.2. Evolución temporal de las zonas.	43
7.3. Efectos de los Embalses a corto y largo plazo.....	46
8. Conclusiones.	47
10. Agradecimientos.....	48
11. Bibliografía	49
ANEXO 1: Denominación de los cauces.....	54
ANEXO 2: Taxones encontrados en el estudio.....	55

1.Introducción

Los ecosistemas fluviales nos provén de un gran número de servicios ecosistémicos tanto de regulación, como de abastecimiento y culturales (Chicharo et al., 2015). Entre estos, se incluyen el abastecimiento de agua a las poblaciones humanas, la regulación de la calidad del agua y del clima local, la actuación sobre los procesos erosivos y de transporte o la dispersión de nutrientes y organismos creando conexiones con distintos hábitats por donde se desarrolla el recorrido fluvial (García de Jalón y González del Tánago., 1980). Además, tienen importancia en el desarrollo cultural de la zona, generando costumbres y usos en torno a ellos.

La explotación de estos servicios genera una serie de presiones (entre ellas, las más importantes que afectan a nuestra área de estudio, son los embalses) que han afectado a la calidad de ecosistema fluvial. (Miller et al., 2009).

Debido a todos los servicios que nos ofrecen los ríos se les atribuye una gran importancia ecológica y por lo tanto una necesidad elevada de conservar su calidad y complejidad física química y biológica. (Durance y Ormerod.,2007).

Los ríos son el hábitat de muchas especies, tanto vegetales como animales, pero en esta investigación nos vamos a centrar en los macro bentos fluvial.

Se pueden citar, como trabajos antecedentes que utilizan indicadores biológicos para conocer la calidad de las aguas en el río Lozoya, los estudios de Casado et al. (1986), dónde detalla la composición y estructura de las comunidades de macroinvertebrados de un río intensamente regulado del sistema central; y el trabajo de García De Jalón.,(1980), que analiza los efectos del embalse de la Pinilla sobre las comunidades de macroinvertebradas bénticas del río Lozoya.

Los macroinvertebrados bentónicos en el medio fluvial.

Los macroinvertebrados acuáticos son un grupo de organismos muy variados que se pueden observar sin la ayuda de un microscopio gracias a su tamaño, pues miden entre 2 milímetros a 30 centímetros (Carrera & Fierro., 2001) (Alba-Tercedor., 1996). El macrobentos está constituido principalmente por insectos, aunque también es frecuente la presencia de moluscos, crustáceos, platelmintos etc. (García de Jalón y González del Tánago., 1980). Son

las comunidades más diversas, abundantes y funcionalmente importantes del ecosistema fluvial, además presentan varios niveles tróficos en estos ambientes, (Wallace et al., 1997) y por ello se encuentran estrechamente relacionados con la calidad del agua, utilizándose como bioindicadores para detectar perturbaciones en el ecosistema (Sánchez y Alba-Tercedor., 1988).

El estado de los macroinvertebrados acuáticos está relacionado con muchos factores tales como las características de la superficie del sedimento, la temperatura etc. (García de Jalón et al., 2015).

Actualmente, a nivel europeo, la Directiva Marco del Agua (DMA) 2000/60/CE considera la gran importancia de los análisis biológicos para valorar el estado ecológico de los sistemas fluviales. Establece que los indicadores biológicos deberían determinar, en última instancia, el estado de una masa de agua, resaltando así la importancia del estudio de las comunidades acuáticas y su relación con la calidad de las aguas. Los macroinvertebrados bentónicos constituyen, bajo esta directiva, uno de los grupos más recurrentes y relevantes (Bonada et al., 2006), ya que cualquier cambio en la estructura comunitaria implica y/o explicaría cambios en toda la comunidad acuática.

Perturbaciones y cambios de las comunidades de macroinvertebrados

Los ecosistemas fluviales sufren numerosas perturbaciones que generan impactos directos sobre su estructura y funcionamiento. Las principales causas de perturbación en España están relacionadas con las actividades agrícolas y ganaderas, la deforestación y la modificación del caudal por medio de presas (Lake et al., 2000).

En la actualidad, uno de los principales agentes perturbadores es el cambio climático (Durance y Ormerod., 2007) que podría tener efectos sobre los regímenes térmicos acuáticos condicionando la supervivencia, crecimiento, metabolismo, fenología y comportamiento de la fauna acuática. La tendencia y las predicciones futuras del cambio climático prevén una variación de la temperatura del agua, por lo que este fenómeno se considera una presión muy importante (Alba-Tercedor et al., 2017).

El Lozoya se ve afectado por el Cambio Climático, pero hay otro factor cuyo efecto produce alteraciones del río en todas sus vertientes, y es la regulación de caudales.

Las presas

El aumento de la población humana y de sus hábitos de consumo ha generado una gran demanda de agua, causando que los cursos fluviales se sometan a diferentes presiones y cambios cuyo efecto es deterioro de su calidad ecológica. Una de las prácticas más difundidas es la regulación de cauces mediante el empleo de presas (Tszydel et al., 2009), lo que permite producir energía hidroeléctrica, asegurar agua con fines agrícolas, industriales y domésticos, o para proteger frente a las avenidas (García de Jalón et al., 2007).

La construcción de presas ha transformado la estructura y funcionamiento de los ecosistemas fluviales y de los entornos asociados a ellos; alterando el caudal, los parámetros físicos y químicos del agua y por tanto a las comunidades biológicas del río (Ogbeibu y Oribhabor., 2002).

Las presas generan un obstáculo transversal separando el río en dos zonas aguas: arriba de esta y aguas abajo. En la zona de aguas abajo el material es depositado y aumenta la materia orgánica acumulada, lo que provoca el colapso de los espacios intersticiales del lecho del río, asociándose a una reducción en la riqueza de macroinvertebrados y su diversidad; constituyendo un hábitat más homogéneo y menos diverso (Tszydel et al., 2009). Sin embargo, a medida que se avanza por el plano longitudinal del río vuelve a retomar su velocidad de corriente natural, recobrando la heterogeneidad y diversidad de sustrato (Anderson & Rosemond., 2007).

Por otro lado, las presas suponen cambios en la temperatura que pueden tener importantes consecuencias para los organismos (White et al., 2017).

Los efectos de las presas tienen un diferente grado de magnitud e intensidad en función de las características de la cuenca, la escala de ésta, la posición en el río y tipo de obra de control, así como de las particularidades de la biota (García de Jalón et al., 2007).

2. Justificación del trabajo

El río Lozoya abastece de agua a la Comunidad de Madrid, siendo de gran importancia su estado y preservación, así que al no encontrar estudios recientes donde se analice la calidad biológica de este, creo que es importante su estudio para todas las personas que nos abastecemos de esta agua.

El eje principal del río Lozoya reúne las características apropiadas para hacer un análisis de los efectos de la regulación de los caudales, ya que este se encuentra embalsado hasta en cinco ocasiones.

El estudio es de interés ya que vamos a comparar nuestros datos obtenidos en el periodo 2018-2019 con los datos que obtuvo Carmen Casado en su tesis doctoral 1980-1981.

Las comparaciones nos indicarán la variación de las comunidades de macroinvertebrados y podremos analizar cómo ha ido cambiando la calidad del agua a lo largo de este tiempo y de qué forma afecta la regulación de caudales al macrobentos fluvial de este río.

3. Objetivos e hipótesis.

En este trabajo se plantean tres objetivos generales a analizar. El primero es estudiar y valorar la calidad de las aguas y el estado ecológico del río Lozoya a través de la composición y la estructura de la comunidad de macroinvertebrados existentes en él. Para ello se parte de cuatro muestreos estacionales realizados durante el periodo 2018-2019.

El segundo objetivo es analizar la variación del estado de los macroinvertebrados del río Lozoya en comparación con el muestreo llevado a cabo por Carmen Casado en 1980-1981 y darnos una visión general de los cambios que ha sufrido este río desde los años 80 hasta la actualidad.

Y por último analizaremos el efecto que provoca las regulaciones de caudales que actúan sobre nuestro curso fluvial.

Pero más concretamente nos planteamos estudiar cuatro hipótesis:

- El río Lozoya en su tramo bajo se encuentra en buen estado ecológico.
- El estado ecológico varía a lo largo del año y a lo largo de nuestros puntos de muestreo.
- Se han producido cambios notables en las poblaciones de macroinvertebrados en los últimos 40 años, y a que pueden ser debidos.
- La regulación de caudales ha afectado a las comunidades de macroinvertebrados a lo largo del curso fluvial generando los cambios anteriormente mencionados.

Después de analizar todos estos supuestos aportaremos algunas propuestas en relación con los resultados obtenidos en el curso bajo del Lozoya.

4. Materiales y Métodos

4.1. Área de estudio

El río Lozoya nace de la fusión de varios cursos fluviales, en el municipio de Rascafría (Comunidad de Madrid, España). Este río se encuentra dentro del Parque Natural protegido de la Sierra de Guadarrama, con una longitud unos 84 km, un caudal medio de 9,94 m³/s, y la superficie de su cuenca de drenaje tiene unos 925 km² cruzando de forma transversal la Comunidad de Madrid hasta alcanzar a su desembocadura en el río Jarama. (Confederación Hidrográfica del Río Tajo).

El Río Lozoya forma parte de la cuenca hidrográfica del Río Tajo. Se puede clasificar como un río de montaña mediterránea en terrenos silíceos. Su curso está modificado en varios tramos para la construcción de embalses (Embalse de Pinilla del Valle, Embalse de Puentes viejas, Embalse de Río Sequillo, El Villar y Embalse de Atazar; (Confederación Hidrográfica del Río Tajo). Este río acoge un gran número de especies y provee de agua potable a la Comunidad de Madrid. Es un río monomítico, silíceo de zonas húmedas, con temperatura media anual menor de 15° C, pertenecientes a ríos de cabecera y tramos altos.

Un punto especial que destacar es el embalse de El Atazar (capacidad de con 425,3 hm³) por ser el más grande de Madrid ya que cubre el 46% del agua embalsada en toda la Comunidad. Forma parte integrante del Canal de Isabel II y se construyó en el año 1.972. (Canal de Isabel II). Las clasificaciones de las masas de aguas donde se desarrolla este estudio se encuentran en el ANEXO 1.

4.2. Zonas de muestreo

Las zonas de muestreo (Tabla 1) han sido seleccionadas en base a los estudios anteriores realizados por Carmen Casado (1980-1981) (Figura 1).

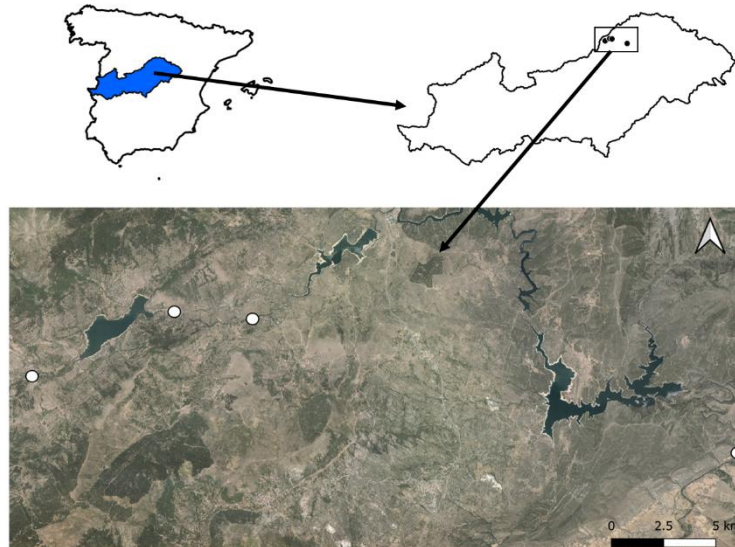


Figura 1. Plano de situación de los puntos.

La zona 1 (Figura 2) se encuentra en el pueblo de Alameda del Valle. Conforme a sus características, nos encontramos en un valle muy extenso con un cauce ancho, pero con poca profundidad, en torno a 20-30 cm.; el sustrato es de gravas y cantos rodados. En el entorno encontramos vegetación, mayoritariamente herbáceas, rosáceas y arboles de forma dispersa de los géneros *fraxinus salix* y *pópulos* en la segunda línea. En el centro del cauce observamos una isla rodeada de vegetación acuática. Esta zona la utilizaremos como zona de referencia, ya que no ha sufrido ningún impacto por actividades de regulación de caudales.



Figura 2. Zona 1 de muestreo.

La zona 2 (Figura 3) situada después de la presa de la Pinilla contigua al Puente del Congosto. La zona se caracteriza por ser muy plana, tener el cauce ancho y alrededor de unos 60-80 cm de profundidad, siendo la zona más profunda de nuestro estudio. El sustrato que encontramos aquí es de mayor tamaño que en la zona 1, consistiendo principalmente en bloques y cantos rodados. Las rocas están muy cubiertas de un pericito invasor. Encontramos vegetación de tipo herbácea y alguna especie de *Salix*.



Figura 3. Zona 2 de muestreo.

La zona 3 (Figura 4) está situada justo arriba del embalse de Riosequillo. Entre sus características hallamos un cauce más estrecho que los dos anteriores, con una profundidad que puede llegar hasta los 60 cm y sustrato parecido al de la zona 2, siendo éste de bloques y cantos rodados. Es la zona con mayor cubierta vegetal, llegando a ser bastante cerrada, apareciendo especies de *salix*, *fraxinus*, rosáceas y herbáceas. La más abundante es el *salix* en la ribera.



Figura 4. Zona 3 de muestreo.



Figura 5. Zona 4 de muestreo.

La zona 4 (Figura 5) se encuentra debajo de la presa del Atazar, poco antes de que el río confluya con el Jarama. La zona tiene un cauce ancho y con diferentes tipos de sustrato. Tiene franjas limosas en las orillas, pero en la zona central encontramos gravas y cantos rodados; la profundidad es variable entre 30-40 cm, pero depende mucho, evidentemente, del agua que suelte la presa. Entre la vegetación circundante destacan los sauces, fresnos y herbáceas.

Tabla 1.- Características de los puntos de muestreo.

Zonas	Coordenadas	Pendiente (%)	Granulometría (DM)	Categoría masa de agua
Zona 1	40°54'52.0"N 3°50'32.9"W.	9.2	4	RW R-T11
Zona 2	40°56'43.3"N 3°45'43.0"W	4.5	5	RW R-T11
Zona 3	40°56'32.1"N 3°43'02.6"W	4.5	6	RW R-T11
Zona 4	40°52'50.2"N 3°26'28.0"W	4	4.5	RW R-T11

*DM: diámetro medio

4.3. Muestreo macrobentos

La recogida de muestras de las zonas mencionadas se realizó en el año 2018-2019, en cuatro campañas de muestreo, haciéndolas coincidir con los últimos días de las estaciones del año, y que entre estas hubiese, una diferencia de tres meses (Tabla 2).

Tabla 2.- Puntos de muestreo y fechas de recolección.

Otoño	Invierno	Primavera	Verano
Zona 1→12/12/2018	Zona 1→19/03/2019	Zona 1→21/06/2019	Zona 1→23/09/2019
Zona→12/12/2018	Zona 2→19/03/2019	Zona 2→21/06/2019	Zona 2→23/09/2019
Zona 3→4/12/2018	Zona 3→22/03/2019	Zona 3→23/06/2019	Zona 3→23/09/2019
Zona 4→4/12/2018	Zona 4→22/03/2019	Zona 4→23/06/2019	Zona 4→23/09/2019

Recolección de muestra

Se realizó un muestreo por estación en la facies lítica y en léntico en aquellas zonas que lo presentan. A pesar de que, en el artículo de Casado et al., (1986), con el que comparamos este estudio, se realizaron 10 muestras por estación y zona, en nuestro muestro se consideró suficiente realizar 6.

Todos los muestreos se realizaron con una red de malla manual fina de 1 mm de luz y profundidad de 30 cm, empleándose el “método Kicking” descrito por Macan., (1958), colocando la red perpendicular al lecho y retirando las piedras hasta observar el lecho de arena, tras ello se remueve el suelo con el pie quedando el macrobentos de arrastrado por la corriente y atrapado en la red. Mientras que, en las zonas con léntico, se recogieron cinco kicks. Posteriormente el *kick* se limpia, filtra y se almacena en unos botes con alcohol para su posterior identificación.

Identificación de macroinvertebrados

Para la determinación de los géneros de los organismos, las muestras obtenidas en campo se limpiaban de nuevo en el laboratorio, se separaban por taxones y se observaban con la lupa binocular. También se recurre a la consulta de la siguiente bibliografía: Zamora-Muñoz et al., (1995); Puig., (1999) ; Tachet et al., (2002).

La identificación de la muestra se realizó hasta la categoría familia o género, ya que la mayoría de los macroinvertebrados de las muestras eran larvas y pupas, por lo que su identificación es más compleja que la de los adultos, aunque en algunos casos no fue posible llegar al nivel más detallado que la familia e incluso la clase.

4.4. Cálculo de índices de calidad.

IBMWP

El índice IBMWP (Iberian Biological Monitoring Working Party) fue empleado para analizar la calidad ya que refleja de forma numérica la comunidad que está siendo analizada y su correlación con el nivel de contaminación. Este índice es uno de los más utilizados en España y se encuentra presente en el Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.

El cálculo del IBMWP se realiza otorgando un número del 1-10 a cada familia (los valores a otorgar se encuentran dentro del Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre); estos valores se otorgan con relación a la tolerancia del individuo a la contaminación, los números más bajos corresponden a familias más tolerantes y los números más altos a especies sensibles (Pujante et al., 2016), el valor final será la suma todos estos valores.

Según el IBMWP la calidad depende del tipo de masa de agua del punto de muestreo, por ello, hay que tener en cuenta las condiciones de referencia de cada masa y calcular la ratio de calidad ecológica (RCE), que según el RD 817/2015 es: “la relación entre los valores observados en la masa de agua y los correspondientes a las condiciones de referencia del tipo al que pertenece dicha masa de agua, expresado mediante un valor numérico comprendido entre 0 y 1” (Tabla 3).

Tabla 3.- Estados de calidad para los diferentes RSC.

Valor de referencia	Muy bueno/Bueno	Bueno/Moderado	Moderado/Deficiente	Deficiente
193	0,82	0,50	0,30	0,12

Para ver las diferencias de los IBMWP de cada zona, realizamos también el cálculo del IBMWP del muestreo descrito por Casado et al. (1986) ya que antiguamente existían diferentes clases de calidad de las aguas, en función de los niveles de IBMWP (Albatercedor et al., 1988).

Índice Riqueza EPT

Para comparar las comunidades de macroinvertebrados bentónicos se determinó la presencia de varias especies de bioindicadores, utilizando el índice EPT (Carrera y Fierro., 2001). Este índice se basa en la riqueza de taxones pertenecientes a los grupos de Efemerópteros, Plecópteros y Tricópteros, generalmente las especies de estos grupos de insectos son sensibles a las perturbaciones humanas y son consideradas más intolerantes a la contaminación (Alonso & Camargo., 2005).

4.5. Índices Biológicos de Diversidad y Riqueza

Los índices biológicos de diversidad y riqueza fueron calculados a partir de los taxones encontrados para cada zona de muestreo y estación. La riqueza da idea de la abundancia de taxones una mientras que la diversidad tiene en cuenta la variedad de taxones con respecto a su abundancia. Se calculó la diversidad de Shannon-Weaver (1963) ya que es el índice de diversidad más utilizado en ecología de comunidades y la riqueza específica de cada zona fue analizada como la suma de los diferentes taxones encontrados.

4.6. Análisis granulométrico

Para el análisis granulométrico, hemos medido los diámetros de 100 rocas de las 4 zonas de estudio y con ello hemos calculado:

- Diámetro medio (DM)
- Espacio intersticial (CI)
- Sorting Coefficient (SC)

Además, calcularemos la desviación y el coeficiente de variación para ver la homogeneidad de la muestra.

4.7. Revisión de caudales.

Se han analizado los caudales entrantes y los datos de los caudales que sueltan de la presa de la Pinilla de los años 2000-2016 (los más actuales disponibles) y los de 1966-1980. Los entrantes corresponderían a la estación de control (zona 1) y las salidas corresponden a las zonas 2 y 3. De la zona 4 no hemos obtenido los datos ya que la información del Atazar pertenece en gran medida al canal de Isabel II.

Con los datos se han obtenido los caudales medios, los máximos, y los mínimos o de estiaje y se han comparado los datos obtenidos. Por otro lado, estos caudales compararán con los obtenidos en los años 1966-1980 en esta misma zona para ver su evolución.

Todos estos caudales han sido obtenidos de la base de datos de caudales de la confederación hidrográfica de Tajo.

4.8. Revisión de análisis fisicoquímicos.

Los parámetros fisicoquímicos han sido obtenidos de la confederación hidrográfica del Tajo, a partir de los cuales se ha calculado la media de los últimos años (2014, 2015, 2016 y 2017), que serán utilizados para detectar si hay alguna transformación significativa que pueda generar un cambio en riqueza o diversidad de taxones y realizar comparaciones con los datos obtenidos por Casado et al., (1986)

Ya que la confederación no posee datos fisicoquímicos que coincidan con nuestros puntos de muestreo 2 y 4, debajo de las presas, utilizamos los datos de las propias presas.

4.9. Análisis estadístico de los datos.

Con el fin de analizar las posibles diferencias entre las distintas zonas de muestreo y estaciones en 2018-2019, así como cambios a lo largo del tiempo (con respecto al estudio realizado en 1980-1981); se realizaron análisis de la varianza (ANOVA), seguido de un análisis post hoc (Tukey) para analizar el efecto de los distintos factores de cada variable. Finalmente se comprobó la normalidad de los residuos con el Test de Shapiro-Wilk.

Las variables independientes fueron:

- a) ZONA del tramo fluvial.
- b) LA ESTACION del año.
- c) EL AÑO (para comparaciones entre los dos muestreos).

Las variables dependientes fueron:

- a) DIVERSIDAD
- b) RIQUEZA

Todos los análisis estadísticos fueron realizados con el programa R Statistical Software (R Core Team, 2018).

5. Resultados

5.1. Resultados obtenidos en los muestreos 2018-2019.

Composición taxonómica.

A continuación, se van a exponer los resultados obtenidos de los muestreos de los macroinvertebrados, realizados en las diferentes zonas del río Lozoya. Las tablas completas de la clasificación de los organismos obtenidos en relación con la zona de muestreo y a la estación del año se encuentra en el ANEXO 2.

Los taxones encontrados en la zona 1 han sido (Tabla 4):

Tabla 4.-Taxones encontrados en la zona 1.

<i>Lumbricidae</i>	<i>Drunella</i>	<i>Isoperla</i>	<i>Limnephilus</i>
<i>Glossiphonia</i>	<i>Caenis</i>	<i>Nemoura</i>	<i>Chiromidae</i>
<i>Erpobdella</i>	<i>Ecdyonurus</i>	<i>Perla</i>	<i>Simulium</i>
<i>Helobdella</i>	<i>Epeorus</i>	<i>Chloroperla</i>	<i>Prosimulium</i>
<i>Physa</i>	<i>Siphonurus</i>	<i>Elmis</i>	<i>Tipula</i>
<i>Lymnaea</i>	<i>Rhitrogena</i>	<i>Rhyacophila</i>	<i>Empididae</i>
<i>Ancylus</i>	<i>Habroleptoides</i>	<i>Hydropsyche</i>	<i>Hexatoma</i>
<i>Potamopyrgus</i>	<i>Paraleptophlebia</i>	<i>Polycentropus</i>	<i>Dicranota</i>
<i>Pacifastacus</i>	<i>Brachyptera</i>	<i>Psychomyia</i>	<i>Atheryx</i>
<i>Baetis</i>	<i>Leutra</i>	<i>Philopotamus</i>	<i>Tabanus</i>
<i>Ephemerella</i>	<i>Perlodes</i>	<i>Hydroptila</i>	

Entre estos géneros que aparecen con mayor abundancia en las diferentes estaciones del año en la zona 1 se exponen en la tabla 5. Vemos que son siempre efemerópteros, salvo una ocasión de Simuliidae en otoño.

Tabla 5.-Taxones más comunes en la zona 1.

Zona 1			
P	V	O	I
<i>Baetis</i>	<i>Baetis</i>	<i>Simulium</i>	<i>Epeorus</i>
<i>Ecdyonurus</i>	<i>Ecdyonurus</i>	<i>Epeorus</i>	<i>Baetis</i>
<i>Rhitrogena</i>	<i>Rhitrogena</i>	<i>Baetis</i>	<i>Epeorus</i>

Los taxones encontrados en la zona 2 han sido (Tabla 6).

Tabla 6.- Taxones encontrados en la zona 2.

<i>Lumbricidae</i>	<i>Baetis</i>	<i>Colymbetes</i>	<i>Beraea</i>
<i>Erpobdella</i>	<i>Siphonurus</i>	<i>Philopotamus</i>	Chironomidae
<i>Ancylus</i>	<i>Ephemerella</i>	<i>Hydroptila</i>	<i>Tipula</i>
<i>Psidium</i>	<i>Brachyptera</i>	<i>Glossosoma</i>	<i>Empis</i>
<i>Sphaerium</i>	<i>Leutra</i>	<i>Rhyacophila</i>	<i>hexatoma</i>
<i>Physa</i>	<i>Chloroperla</i>	<i>Hydropsyche</i>	<i>Dicranota</i>
<i>Potamopyrgus</i>	<i>Capnia</i>	<i>Polycentropus</i>	<i>Atheryx</i>
<i>Pacifastacus</i>	<i>Micronecta</i>	<i>Psychomyia</i>	<i>Tabanus</i>
<i>Calopteryx</i>	<i>Haliplus</i>	<i>Chaetopteryx</i>	<i>Hydridae</i>
<i>Caenis</i>	<i>Helophorus</i>	<i>Stenophylax</i>	

De estos géneros los más abundantes en la zona 2 se exponen en la tabla 9. Vemos que *Caenis* lo encontramos como especie muy abundante en todas las estaciones del año.

Vemos que son ordenes más variados que en la zona 1.

Tabla 7.-Taxones más comunes en la zona 2.

Zona 2			
P	V	O	I
<i>Caenis</i>	<i>Caenis</i>	<i>Caenis</i>	<i>Caenis</i>
<i>Hydropsyche</i>	<i>Psidium</i>	<i>Hydropsyche</i>	<i>Hydropsyche</i>
<i>Leuctra</i>	<i>Baetis</i>	<i>Baetis</i>	Chironomidae

Los taxones encontrados en la zona 3 han sido (Tabla 8):

Tabla 8.-Taxones encontrados en la zona 3.

<i>Lumbricidae</i>	<i>Baetis</i>	<i>Limnius</i>	<i>Tabanus</i>
<i>Tubifidae</i>	<i>Caenis</i>	<i>Rhyacophila</i>	<i>Empis</i>
<i>Erpobdella</i>	<i>Ecdyonurus</i>	<i>Hydropsyche</i>	<i>Hydridae</i>
<i>Ancylus</i>	<i>Siphonurus</i>	<i>Polycentropus</i>	<i>Chiromidae</i>
<i>Psidium</i>	<i>Brachyptera</i>	<i>Psychomyia</i>	<i>Simulium</i>
<i>Pacifastacus</i>	<i>Leutra</i>	<i>Stenophylax</i>	<i>Antocha</i>
<i>Onychogomphus</i>	<i>Chloroperla</i>	<i>Tipula</i>	<i>Psychodidae</i>
<i>Epeorus</i>	<i>Hydraena</i>	<i>Atheryx</i>	

Entre estos géneros que aparecen con mayor abundancia en las diferentes estaciones del año en la zona 3 se exponen en la tabla 9. Vemos que son taxones parecidos a los de la anterior zona, pero desaparecen los *Caenis* y aumentan los *Chironomidae*.

Tabla 9.-Taxones más comunes en la zona 3.

Zona 3			
P	V	O	I
<i>Hydropsyche</i>	<i>Chiromidae</i>	<i>Hydropsyche</i>	<i>Hydropsyche</i>
<i>Leutra</i>	<i>Leutra</i>	<i>Chiromidae</i>	<i>Chiromidae</i>
<i>Baetis</i>	<i>Baetis</i>	<i>Brachyptera</i>	<i>Baetis</i>

Los taxones encontrados en la zona 4 han sido los siguientes (Tabla 10):

Tabla 10.- Taxones encontrados en la zona 4.

<i>Lumbricidae</i>	<i>Rhitrogena</i>	<i>Dryops</i>	<i>Hydropsyche</i>
<i>Erpobdella</i>	<i>Leutra</i>	<i>Gyrinus</i>	<i>Polycentropus</i>
<i>Ancylus</i>	<i>Chloroperla</i>	<i>Hidrochus</i>	<i>Chaetopteryx</i>
<i>Planorbarius</i>	<i>Gerridae</i>	<i>Anacaena</i>	<i>Chiromidae</i>
<i>Potamopyrgus</i>	<i>Hydrometra</i>	<i>Dytiscus</i>	<i>Simulium</i>
<i>Physa</i>	<i>Corixidae</i>	<i>Elodes</i>	<i>Hexatoma</i>
<i>Onychogomphus</i>	<i>Elmis</i>	<i>Philopotamus</i>	<i>Antocha</i>
<i>Calopteryx</i>	<i>Halipus</i>	<i>Hydroptila</i>	<i>Atheryx</i>
<i>Epeorus</i>	<i>Colymbetes</i>	<i>Limnephilus</i>	<i>Tabanus</i>
<i>Habroleptoides</i>	<i>Elmis</i>	<i>Halesus</i>	<i>Empis</i>
<i>Siphonurus</i>	<i>Stenelmis</i>	<i>Stenophylax</i>	<i>Rhagio</i>
<i>Baetis</i>	<i>Helophorus</i>	<i>Larcasia</i>	<i>Hidroacarina</i>
<i>Ephemerella</i>	<i>Hydraena</i>	<i>Rhyacophila</i>	

De estos géneros los más abundantes en la zona 4 se exponen en la tabla 11. Vemos que los efemerópteros vuelven a parecer con más frecuencia como en la zona 1 además de los plecópteros y dípteros.

Tabla 11.-Taxones más comunes en la zona 4.

Zona 4			
P	V	O	I
<i>Baetis</i>	<i>Leutra</i>	<i>Potamopyrgus</i>	<i>Epeorus</i>
<i>Leutra</i>	<i>Potamopyrgus</i>	<i>Epeorus</i>	<i>Baetis</i>
<i>Simulium</i>	<i>Baetis</i>	<i>Leutra</i>	Chiromidae

En la siguiente gráfica se muestran los resultados de los diferentes ordenes en relación con el número de taxones que tienen por zona de estudio (Figura 6).

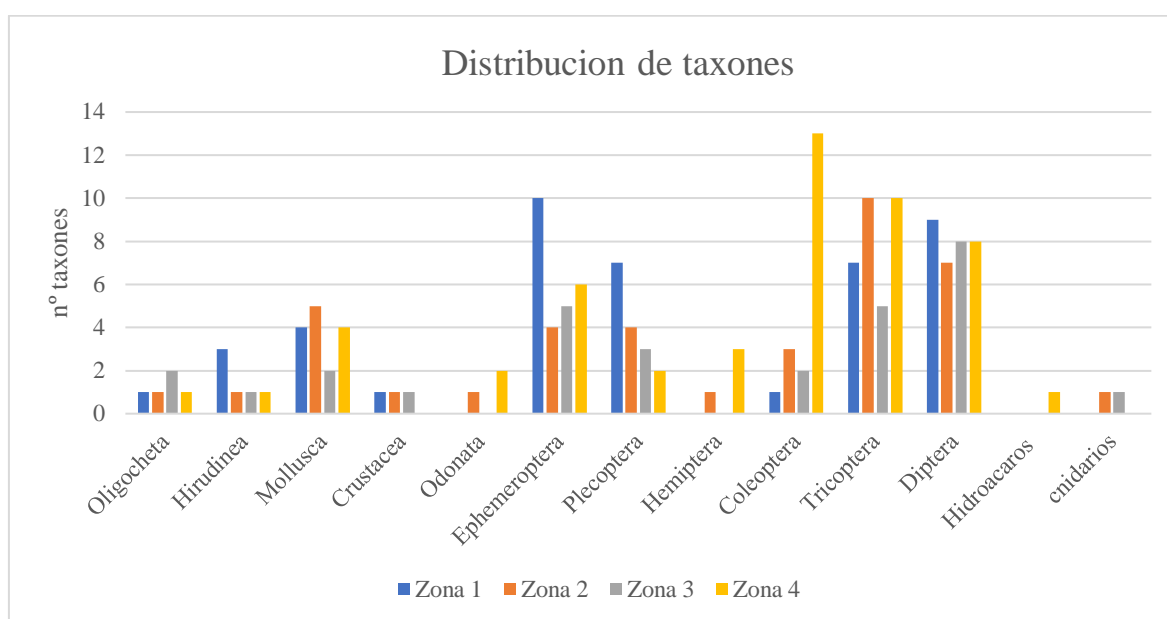


Figura 6. Distribución de taxones de los diferentes ordenes por zonas.

Como podemos observar los grupos con más taxones son los coleópteros en la zona 4 los efemerópteros en la zona 1 los dípteros en todas las zonas de nuestro muestreo y los plecópteros de la zona 1.

Índices de Calidad.

Cálculo del IBMWP.

Los valores obtenidos en el muestreo 2018-2019 han sido los mostrados en la tabla 12 y su evolución ilustrada en la Figura 7.

Tabla12.-Datos obtenidos del IBMWP en el muestreo 2018-2019.

P	V	O	I
ZONA1 Alameda del valle			
105	112	91	101
Total			102.25
ZONA 2 Puente del congreso			
145	82	66	134
Total			106.75
ZONA 3 Restaurante el anzuelo			
55	73	85	108
Total			80.25
ZONA 4 pontón de la oliva			
99	114	99	131
Total			110.75

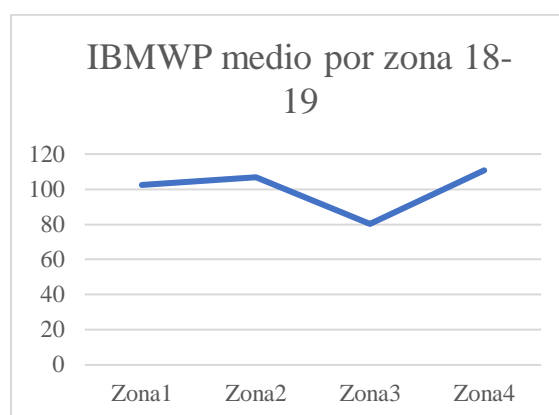


Figura 7. IBMWP medio por zona 2018-2019.

En la zona 1 encontramos una media de 102.25 en IBMWP y un RCE de 0.53, lo que nos indica que la zona1 se encuentra en un estado bueno de calidad.

En la zona 2 la media del IBMWP es de 106.75 y el RCE da 0.55 por lo que estamos ante un buen estado de la zona en relación con la calidad.

En la zona 3 obtenemos una media de 80.25 en el IBMWP y el RCE de 0.42, así que nos encontramos en un punto de calidad moderada.

En la zona 4 la media del IBMWP es de 110.75 y un RSC de 0.57, que nos indica que la calidad de nuestro último punto de muestreo es buena.

Cálculo de RPT

Los valores de RPT que se han calculado en el estudio 2018-2019 son:

Tabla13.- Medidas obtenidas de % ETP en las diferentes zonas de muestreo.

EPT	2018-2019
Zona 1	55.81%
Zona 2	46.15%
Zona 3	43.33%
Zona 4	25.49%

La zona con el valor más alto en el índice RPT es la zona 1 y la zona con el valor más bajo es la zona 4.

Los valores van decreciendo desde el inicio de nuestro tramo de estudio hacía el final.

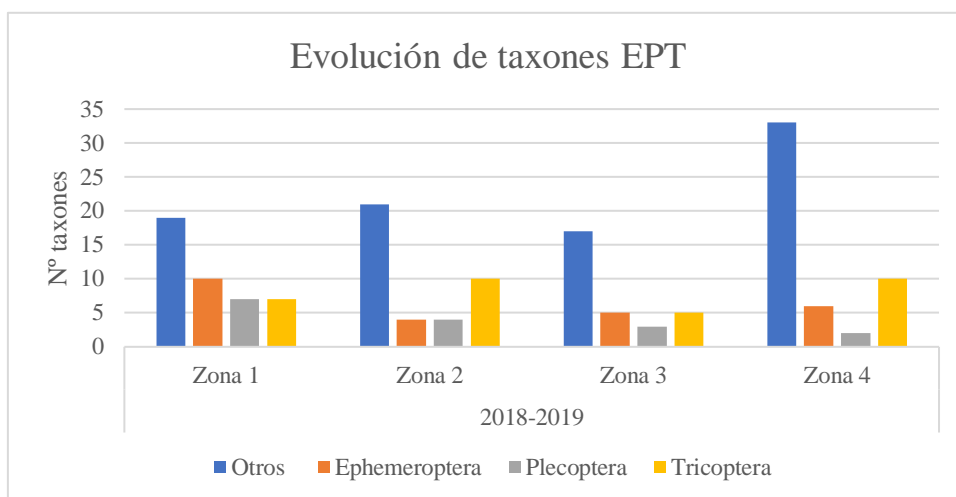


Figura 8. Evolución de los taxones en relación con su índice ETP.

Como podemos observar (Figura 8), los efemerópteros disminuyen con respecto a la zona 1, que es nuestra zona de referencia, los plecópteros también sufren un descenso con respecto al a la zona 1, pero podemos observar que los tricópteros sufren un aumento en los puntos 2 y 4.

Por otro lado, apreciamos que los demás taxones con respecto a los EPT son más altos en el punto 4, dónde encontramos mayor riqueza.

Análisis de riqueza y diversidad.

Después de obtener los datos de los taxones que aparecen en cada punto y en cada estación del año procedemos al análisis de su diversidad y riqueza.

Análisis de la diversidad.

Los datos de diversidad obtenidos en el muestreo 2018-2019 se muestran en la Tabla 14:

Tabla 14.- Datos obtenidos de diversidad por zonas y estaciones.

	P	V	O	I	Media	Desviación estándar	Cociente de variación
Zona1	3.02	3.25	2.71	2.83	2.95	0.24	0.08
Zona2	3.51	3.33	1.41	3.36	2.9	1	0.34
Zona3	2.63	2.73	1.99	2.1	2.36	0.37	0.16
Zona4	3.41	3.4	3.23	3.36	3.35	0.08	0.03

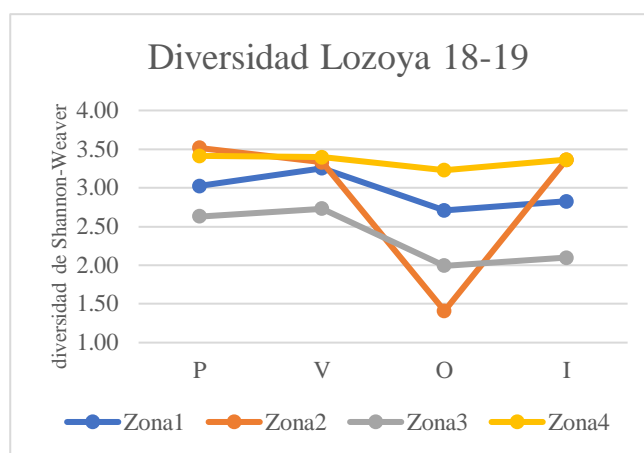


Figura 9. Diversidad de las zonas en las diferentes estaciones.

Las zonas de muestreo 1, 3 y 4 muestran patrones similares (Figura 9) y no varían demasiado las diversidades en las diferentes estaciones del año. En general las diversidades descienden levemente en otoño. La zona con menor diversidad a lo largo del año es la zona 3. Hay que destacar el descenso muy claro de diversidad que sufre la zona 2 durante el otoño.

Encontramos diferencias significativas (Tabla 15) entre la zona 3 de muestreo (con menor diversidad) y las zonas 1, 2 y 4 (Figura 10).

Tabla 15.- Diferencias estadísticas entre las zonas con respecto a la variable diversidad.

P-valor	1	2	3	4
1	-			
2	0.94	-		
3	0.00	0.00	-	
4	0.70	0.96	0.00	-

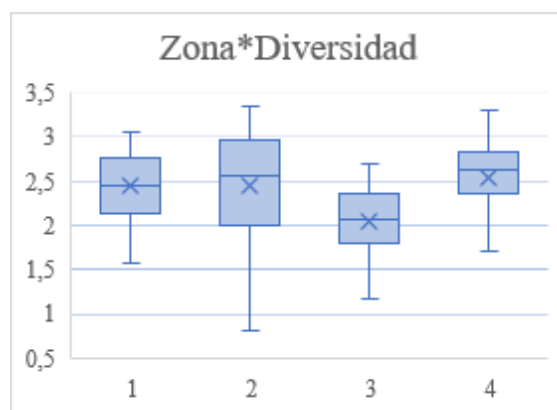


Figura 10. Diferencias significativas en la variable diversidad.

Hay diferencias significativas entre los muestreos realizados en otoño con los muestreos realizados en las demás estaciones del año.

Tabla 16.- Diferencias estadísticas entre estaciones del año en la variable diversidad.

P-valor	I	O	P	V
I	-			
O	0	-		
P	0.06	0	-	
V	0.17	0	0.96	-

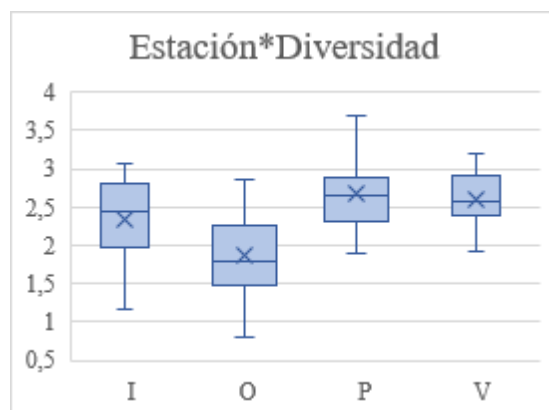


Figura 11. Diferencias significativas estacionales en la variable diversidad.

En el análisis encontramos que la zona 2 tiene diferencias significativas entre el invierno, la primavera y el verano, en relación con el otoño y además encontramos diferencias entre el otoño y la primavera en la zona 4. (Tabla 17 y Figuras 12 y 13).

Tabla 17.-Diferencias estadísticas significativas entre ambos muestreos en la variable diversidad.

DIFERENCIAS SIG	
Variables independientes analizadas	P valor
2:O-2: I	0
2:V-2:O	0
2:P-2:O	0
4:P-4:O	0

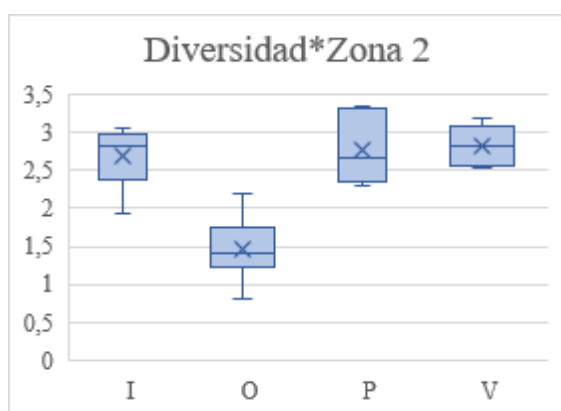


Figura 12. Diferencias significativas en la zona 2 en la variable diversidad.

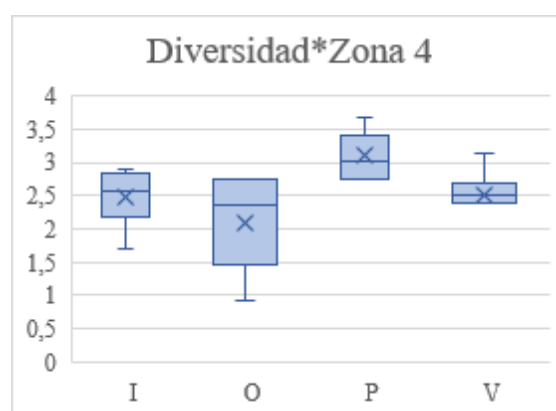


Figura 13. Diferencias significativas en la zona 4 en la variable diversidad.

Análisis de la riqueza.

Los datos de riqueza obtenidos en el muestreo 2018-2019 son los mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 18.- Datos obtenidos de riqueza por zonas y estaciones.

	P	V	O	I	Media	Desviación estándar	Cociente de variación
zona1	17	20	21	21	19.75	1.89	0.1
zona2	25	15	15	26	20.25	6.08	0.3
zona3	13	12	14	18	14.25	2.63	0.18
zona4	23	23	21	29	24	3.46	0.14

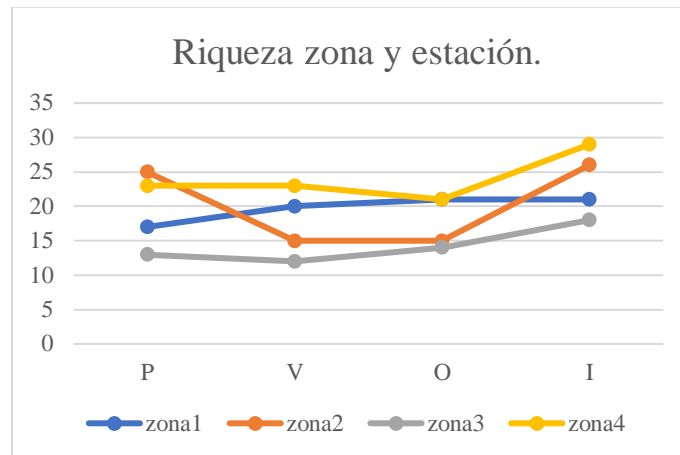


Figura 14. Riqueza obtenida en el muestreo 2018-2019

Por lo que podemos observar (Figura 14) que la zona de más riqueza es la zona 4 y la zona con menos riqueza faunística es la 3. Las zonas más homogéneas en riqueza son la primera zona y la zona 4 y, la zona más heterogénea es la zona 2.

Observamos diferencias significativas (Tabla 19) entre las riquezas de especies de la zona 3 comparado con la zona 2 y la 4 (tiene menor riqueza) (Figura 15).

Tabla 19.- Diferencias estadísticas en la riqueza en las zonas del muestreo 2018-2019.

P-valor	1	2	3	4
1	-			
2	0.437	-		
3	0.061	0.001	-	
4	0.784	0.934	0.004	-

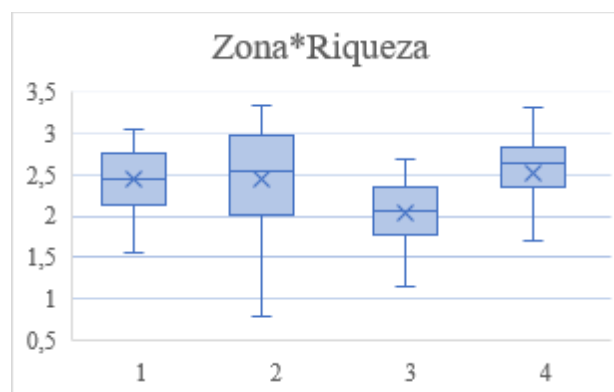


Figura 15.: Diferencia entre las zonas en la variable riqueza.

Por otro lado, analizando las diferencias entre las estaciones del año (Tabla 20) , encontramos diferencias significativas entre los datos obtenidos en invierno con los de otoño y primavera y entre el otoño y la primavera (Figura 16).

Tabla 20.-Diferencias estadísticas en la riqueza en las estaciones del muestreo 2018-2019.

P-valor	I	O	P	V
I	-			
O	0.00	-		
P	0.21	0.02	-	
V	0.00	0.40	0.44	-

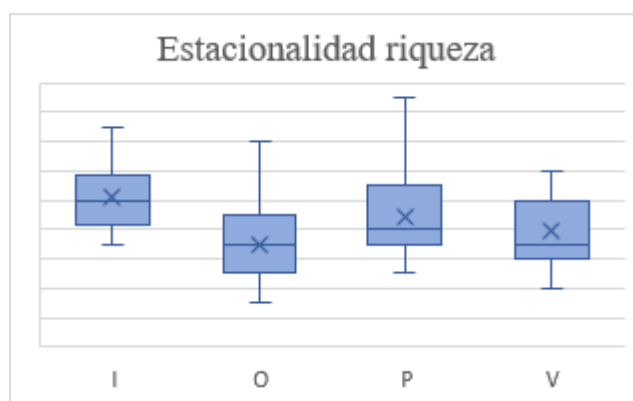


Figura 16: Diferencia entre las estaciones en la variable riqueza.

Por último, dentro del análisis de las zonas en las diferentes estaciones del año, encontramos diferencias significativas (Tabla 21) entre la zona dos en invierno y en otoño como podemos observar representado en la Figura 17.

Tabla 21.- Diferencias estadísticas en la riqueza del muestreo 2018-2019.

Diferencias sig.	
Comparación	P valor
2:O-2: I	0.0217527

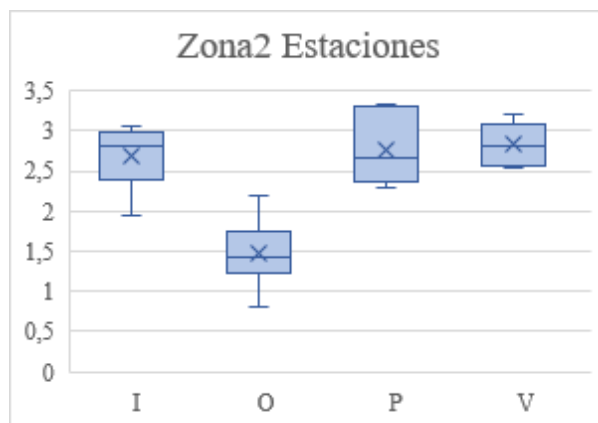


Figura 17. Diferencias significativas de las zonas en las diferentes estaciones.

Análisis granulométrico.

Observamos en la Tabla 22 que el diámetro medio va aumentado desde la zona 1 a la 3. Luego disminuye en la zona 4, pero aun así supera el de la zona 1.

El espacio intersticial sigue el mismo patrón que el diámetro medio.

La desviación típica y el coeficiente de variación nos indican cuanto de heterogénea es la muestra y el valor más alto aparece en la zona 1.

Tabla 22

Datos granulométricos calculados.

	Z1	Z2	Z3	Z4
SC	4.00	3.60	3.75	3.64
DM	4.00	5.00	6.00	4.50
CI	1.00	1.39	1.60	1.24
DESV	7.09	5.78	5.32	3.62
CV	1.03	0.82	0.67	0.65

5.2. Análisis comparativo del macrobentos de los muestreos 1980-81 y 2018-19.

Comparación de taxones.

La riqueza total de taxones disminuye, en relación con el trabajo publicado por Casado et al. (1986.) a la actualidad en todos los tramos, salvo en el último que aumenta ligeramente (ver tabla 23) :

Tabla 23.- Promedios de diversidad obtenidos por zona y estación para los dos muestreos estudiados.

	1980-81			2018-19		Comparación
	riqueza total	% desaparecen	% se mantienen	riqueza total	% aparecen	% pérdida riqueza
Zona1	67	63	37	43	42	35.82
Zona2	42	57	43	39	54	7.14
Zona3	49	67	33	30	47	38.78
Zona4	50	67	34	51	67	-2

La pérdida de taxones representa el 38.72% con respecto al tramo 3. Es la pérdida mayor de taxones en el tramo de referencia. La Zona 1 se pierde el 35.82 %, mientras que en la zona 2 sólo supone un 7 %. Por el contrario, en el tramo 4 la riqueza de taxones aumenta ligeramente (2 %).

La composición y los macroinvertebrados que aparecen y desaparecen en los diferentes tramos ha variado entre los dos estudios, como se puede observar en grafica 1. Las clases de insectos Ephemeroptera y Trichoptera corresponden a los taxones que en mayor número desaparecen en todos los tramos. Los coleópteros desaparecen principalmente en los tramos 1 y 3, mientras que en el tramo 2, pero principalmente en 4, predominan los taxones que aparecen nuevos.

Dentro de estos grupos encontramos taxones que desaparecen en cada tramo que suponen entre 57-67 % de la riqueza que tenían en 1986, y los más frecuentes: *Hellobdella*, *Micronecta*, *Plectronemia*, *Tinodes*, *Allogamus*, *Sericostoma*, *Chrisops* y *Ceratopogonidae*.

Los taxones que se mantienen en cada tramo suponen entre el 31-43 % de la riqueza que tenían en 1986, siendo los más frecuentes: *Erpobdella*, *Ancylus*, *Baetis*, *Ephemerella*, *Siphonurus*, *Rhyacophila*, *Hydropsyche*, *Polycentropus*, *Psychomyia*, *Chironimidae* y *Simulium*.

En el muestreo del 2019 aparecen nuevos taxones en cada tramo que representan entre el 42 y el 67% de los taxones encontrados. Estos taxones nuevos son principalmente los siguientes: *Lumbricidada*, *Pacifastacus*, *Chloroperla*, *Philopotamus*, *Hexatoma*, *Aheryx*, *Hydridae* y *Tabanus*.

Por otro lado, encontramos dos taxones que han aparecido, que no son autóctonos en la península ibérica, cangrejo señal (*Pacifastacus leniusculus*) y el caracol acuático neozelandés del cieno (*Potamopyrgus antipodarum*).

En las siguientes graficas podemos observar cómo han evolucionado el número de taxones de los diferentes ordenes en los diferentes muestreos realizados en el Lozoya, en las zonas 1 y 3 la mayoría de ordenes se ven disminuidos, pero en las zonas 2 y 4 aumentan ordenes como los dípteros, molusco, coleópteros y plecópteros (Figura 18).

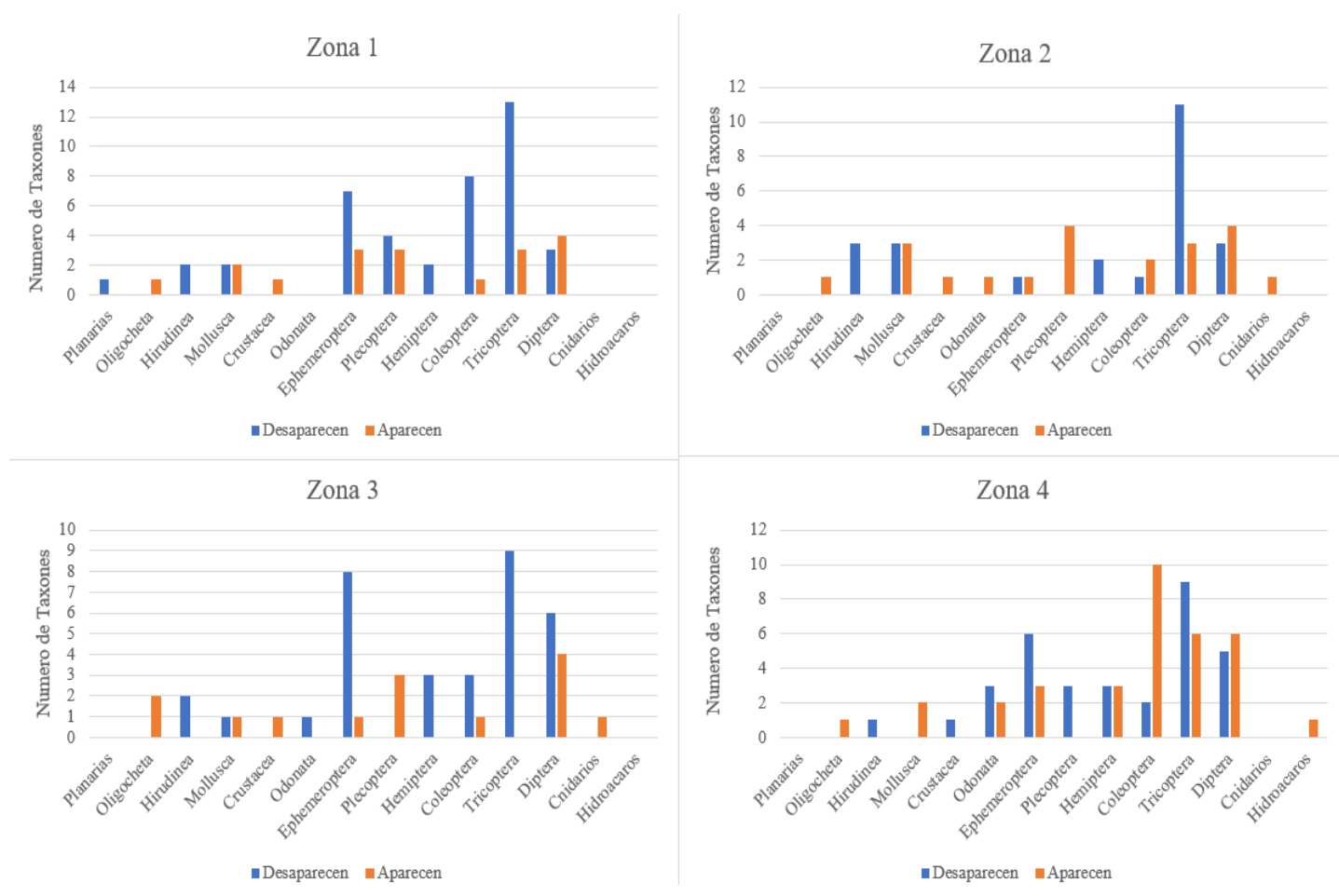


Figura 18. Evolución taxonómica de las zonas muestreadas.

Comparación de Índices de calidad.

Análisis del IBMWP entre los años 1980-81 y 2018-19

Se ha realizado el índice aplicando la legislación vigente para el muestreo de 1980-81 y los resultados han sido los mostrados en la Tabla 24:

Tabla 24.- Valores por zona y estación del índice IBMWP.

P	V	O	I
ZONA1 Alameda del valle			
100	138	112	165
Total			128.75
ZONA 2 Puente del congado			
67	90	79	80
Total			79
ZONA 3 Restaurante el anzuelo			
72	104	111	89
Total			94
ZONA 4 pontón de la oliva			
83	98	116	154
Total			112.75

La evolución del índice de calidad en las diferentes zonas del muestreo del año 1980-1981 ha sido el siguiente (Gráfica 13).

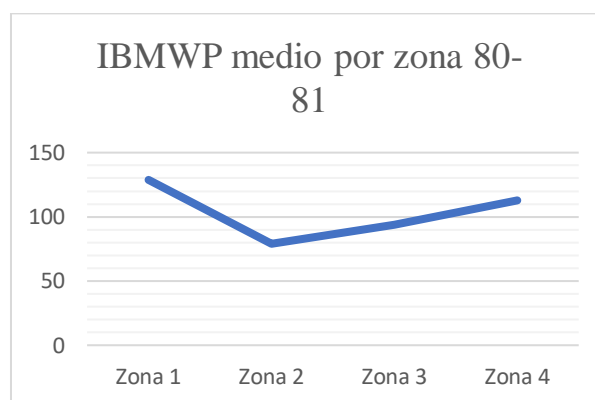


Figura 19, : IBMWP calculado para las zonas en 1980-1981

En la zona 1 encontramos una media de 128.75 en IBMWP y un RCE de 0.67, lo que nos indica que la zona 1 se encuentra en un estado bueno de calidad.

En la zona 2 la media del IBMWP es de 79 y el RCE da 0.41 por lo que estamos ante un estado de calidad moderado.

En la zona 3 obtenemos una media de 94 en el IBMWP y un RCE de 0.49 así que nos encontramos en un punto de calidad moderada.

En la zona 4 la media del IBMWP es de 112.75 y un RCE de 0.58 que nos indica que la calidad del último punto de muestreo es buena.

Comparando la estacionalidad media de nuestro estudio con el realizado en el año 80-81 encontramos patrones similares excepto en la primavera. En este trabajo encontramos un IBMWP más alto que en el estudio de Casado et al. (1986.).

En el resto de las estaciones el IBMWP ha disminuido con respecto al estudio de Casado et al. (1986.) podemos observar estos datos en la Tabla 25 y en la Figura 20.

Tabla 25.- Valores promedio por estación del índice IBMWP.

Muestreos	P	V	O	I
80-81	80.5	107.5	104.5	122
18-19	101	95.25	85.25	118.5

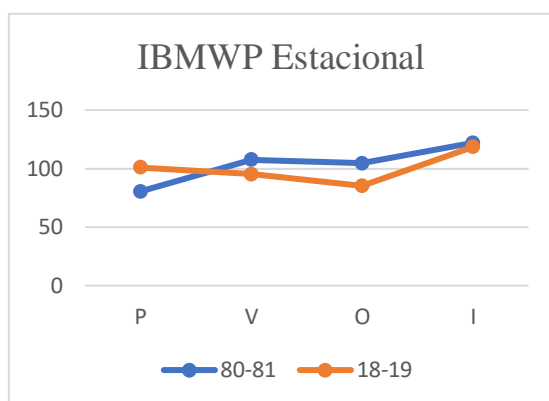


Figura 20. Representación de los datos de IBMWP obtenidos en ambos muestreos.

Analizando las gráficas de evolución de los IBMWP de las diferentes zonas en todas sus estaciones vemos que (Figura 21):

La zona 1 es bastante similar en ambos estudios, diferenciándose únicamente porque los índices son ligeramente mayores en el muestreo de 80-81.

En la zona 2 hallamos la mayor diferencia, siendo primavera e invierno las estaciones con el IBMWP más alto y, en el muestreo del 80-81, la estación con el índice más alto es el verano.

En la zona 3 siguen una proyección parecida ambos muestreos, pero en el muestreo más reciente el invierno es el punto con el índice más alto. En cambio, en el muestreo del 80-81 el punto más alto es el otoño, luego descende.

En la zona 4 encontramos que los índices obtenidos por ambos investigadores han sido parecidos. En la primavera y el verano, en el muestreo de 18-19, han sido mayores que en el del 80-81, pero en otoño e invierno cambian y los de 80-81 son mayores que los recientes.

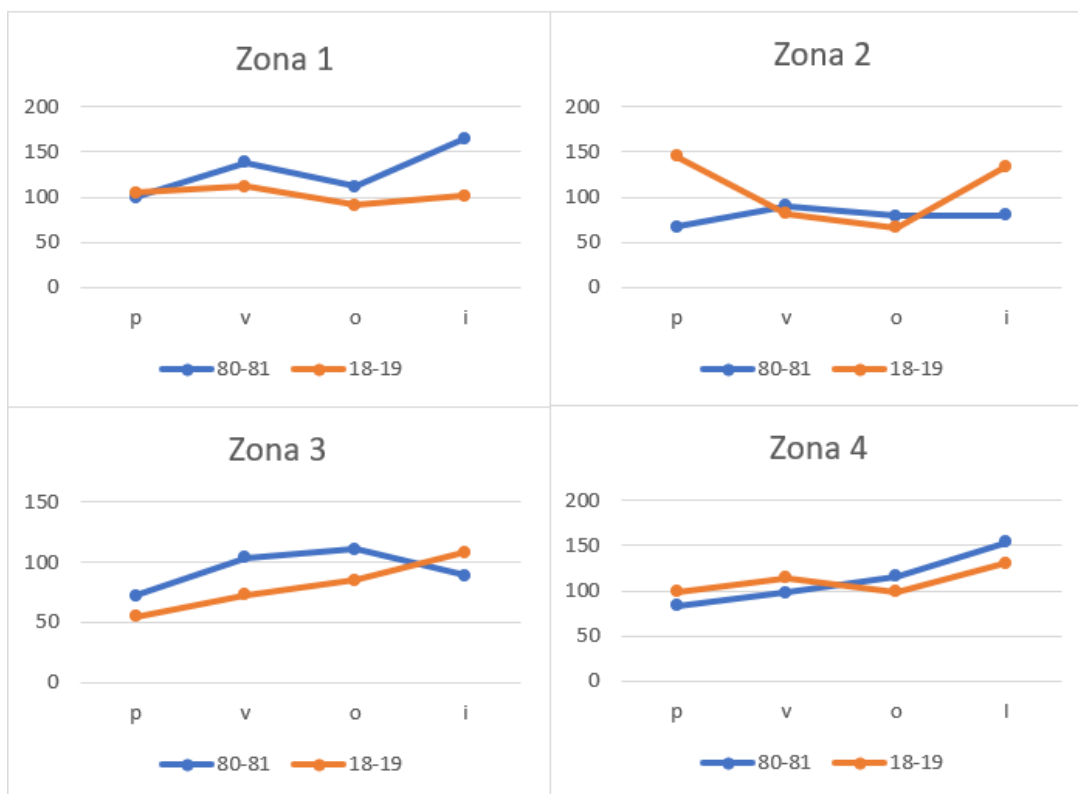


Figura 21. : Evolución por zonas del índice IBMWP en los dos muestreos.

Observamos que en la actualidad (Figuras 22 y 23) hay una peor calidad en las zonas 1 y 3,

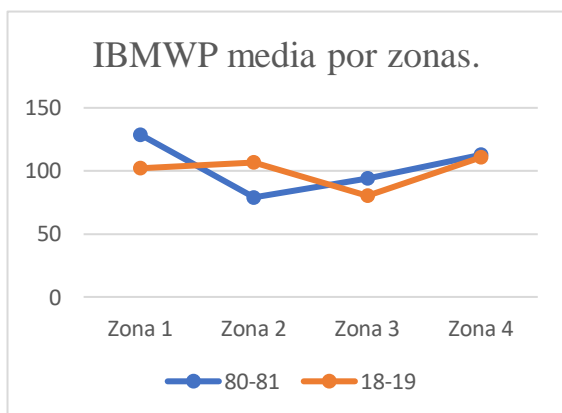


Figura 22. Evolución del IBMWP por zonas.

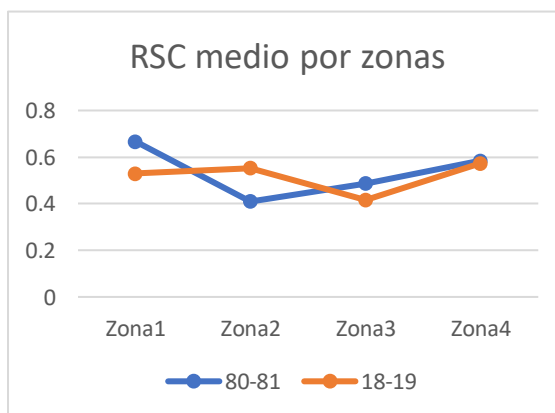


Figura 23. Evolución del RSC por zonas.

en la 4 la calidad es la misma y en la 2 vemos que la calidad ha aumentado notablemente, cambiando de calidad moderada a buena calidad.

Análisis del ETP entre los años 1980-81 y 2018-19

Los valores obtenidos en el índice ETP en los dos muestreos han sido (Tabla 26)

Tabla 26.- Promedios de EPT por año y zona.

EPT	1980-1981	2018-2019
Zona 1	58.21	55.81
Zona 2	52.38	46.15
Zona 3	53.06	43.33
Zona 4	30	25.49

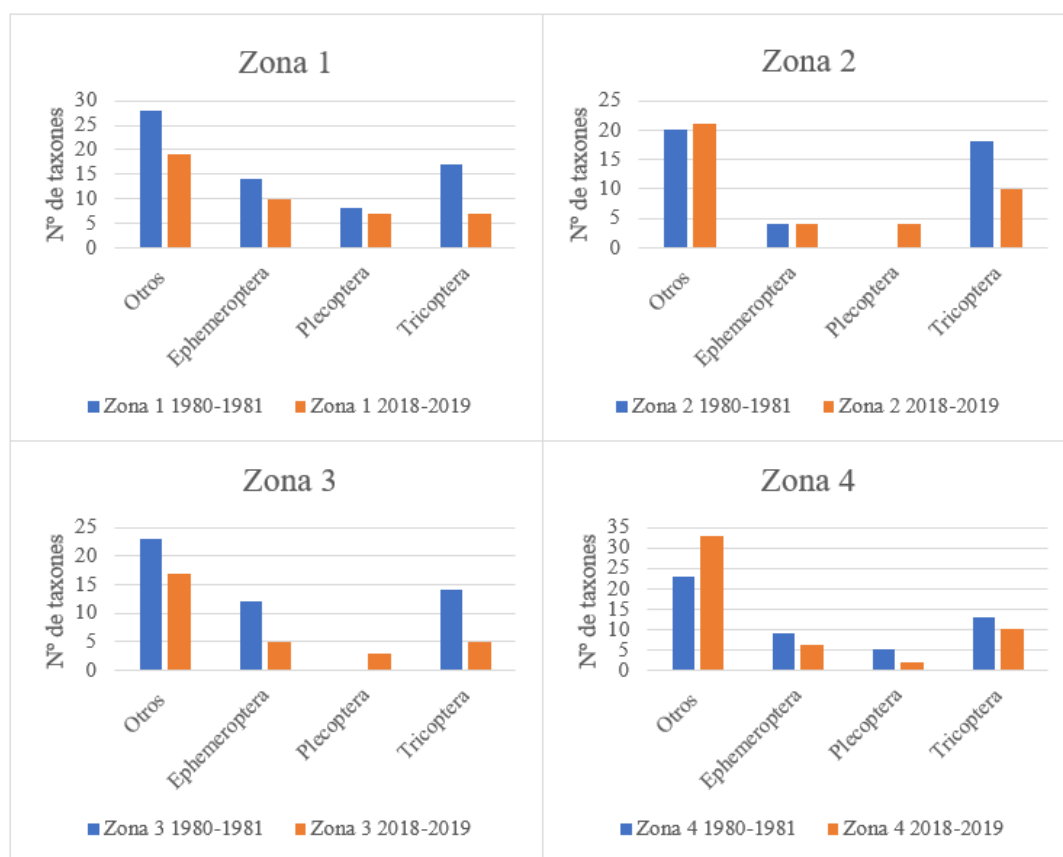


Figura 24. Evolución de taxones ETP por zonas.

Analizando la evolución de los taxones ETP en las diferentes zonas de estudio (Figura 24) observamos lo siguiente:

En la zona 1 encontramos que, en general, la riqueza ha disminuido en los taxones del EPT, pero los taxones que más ha disminuido han sido los tricópteros.

En la zona 2 los tricópteros han disminuido, los efemerópteros se han mantenido y han aparecido individuos de plecópteros que antes no habían aparecido.

En la zona 3 observamos un descenso generalizado de todos los taxones, menos de los taxones de plecópteros que aparecen de en pequeñas cantidades.

En la zona 4 disminuyen los taxones de EPT y aumentan el resto de los taxones no incluidos en esta categoría.

Comparación de índices biológicos.

Análisis de la diversidad.

Los datos de diversidad en los diferentes muestreos son los resumidos en la Tabla 27.

Tabla 27.- Promedios de diversidad obtenidos por zona y estación para los dos muestreos estudiados.

Año	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Desviación típica	Media
1980-1981	2.86	1.92	2.07	2.33	0.41	2.30
2018-2019	2.95	2.9	2.36	3.35	0.41	2.89
	P	V	O	I	Desviación típica	Media
1980-1981	2.63	2.17	3.02	1.37	0.71	2.30
2018-2019	3.15	3.18	2.33	2.91	0.39	2.89

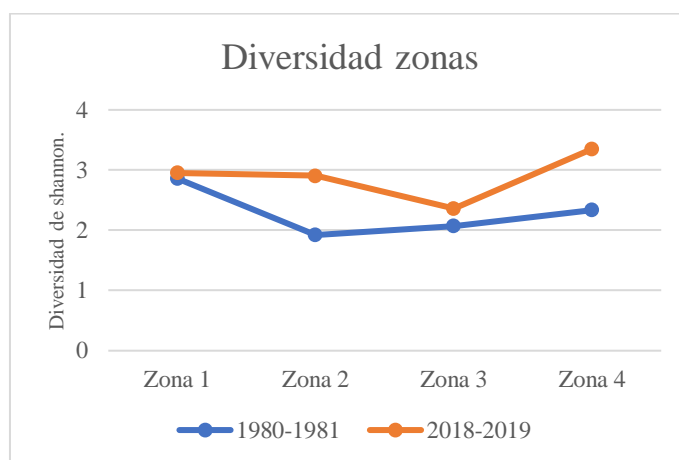


Figura 25. Diversidades encontradas en los dos muestreos comparativos en las diferentes zonas.

Observamos que en la zona 1 y 2 aumenta la diversidad, en la zona 3 disminuye y finalmente, en la zona 4, vuelve a aumentar la diversidad. (Figura 25)

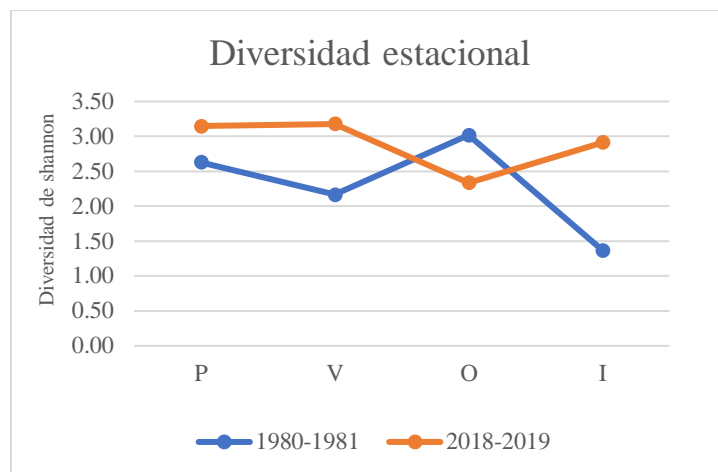


Figura 26. Diversidades encontradas en los dos muestreos comparativos en las diferentes estaciones.

En las diferentes estaciones del año de ambos muestreos podemos observar, que en primavera, verano e invierno las diversidades son mayores en el muestreo 18-19 que en el muestreo 80-81, pero que en otoño la diversidad en 80-81 es mayor (Figura 26).

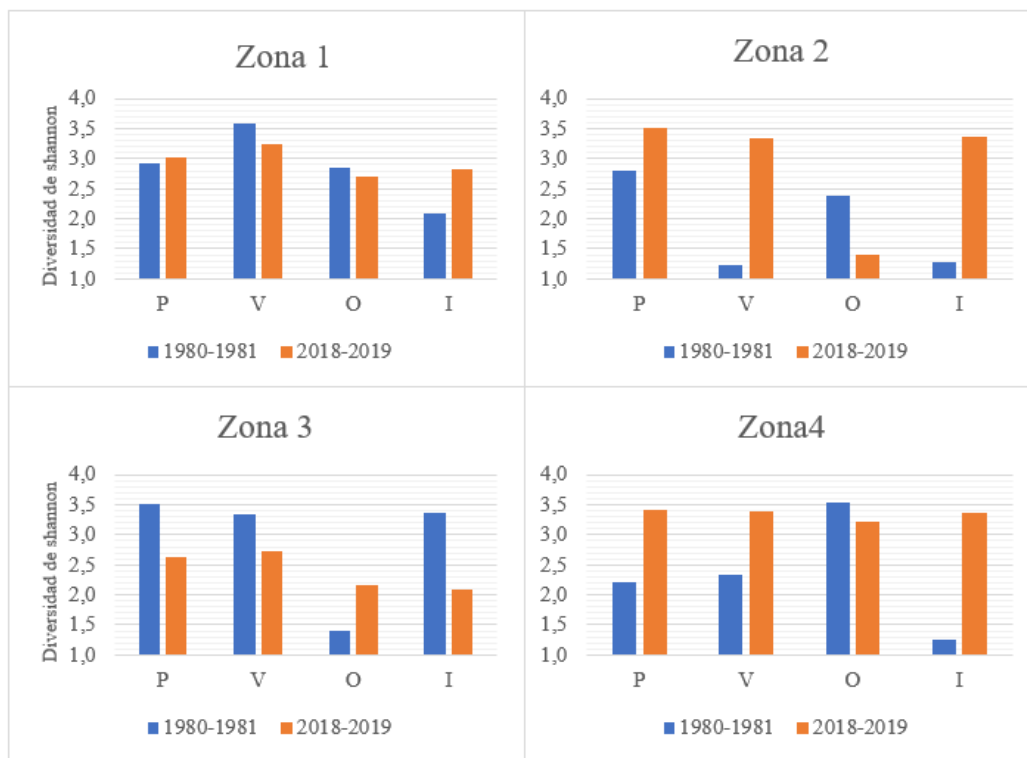


Figura 27. Evolución de la diversidad en las diferentes estaciones por zonas.

En las zonas 1 y 3 se mantiene una estacionalidad similar a la de los muestreos de Casado et al. (1986.), aunque hay que destacar que esta estacionalidad es más similar entre ambos muestreos en la zona 1. En la zona 2 aumenta marcadamente la diversidad en primavera e invierno, y sobre todo en verano, y por el contrario disminuye en otoño. En la zona 4 se homogeniza su estructura en todo el año, aumentando en primavera, verano y notablemente en invierno (Figura 27).

Los análisis estadísticos, con respecto a la variable diversidad, nos muestran diferencias significativas entre los datos de ambos investigadores, así que, analizando más profundamente los datos, obtenemos una diferencia significativa entre los inviernos de ambos muestreos (Tabla 28).

Tabla 28.- Diferencias estadísticas entre ambos muestreos en la variable diversidad.

Diferencias sig.	
Comparación	P valor
C-A	0
I:c- I: a	0.01

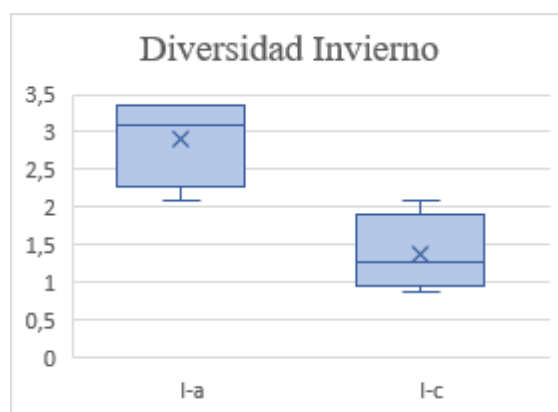


Figura 28. Diferencias significativas en invierno.

Análisis de la riqueza

Los datos analizados de riqueza los hemos resumido en la Tabla 29 donde también podemos ver la desviación típica de los datos y la media.

Tabla 29.- Promedios de riqueza obtenidos por zona y estación para los dos muestreos estudiados.

Año	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Desviación típica	Media
1980-1981	28.5	19	23.25	24.25	3.90	23.75
2018-2019	19.75	20.25	14.25	24	4.02	19.56
	P	V	O	I	Desviación típica	Media
1980-1981	17	25	22.5	30.5	5.61	23.75
2018-2019	19.5	17.5	17.75	23.5	2.77	19.56

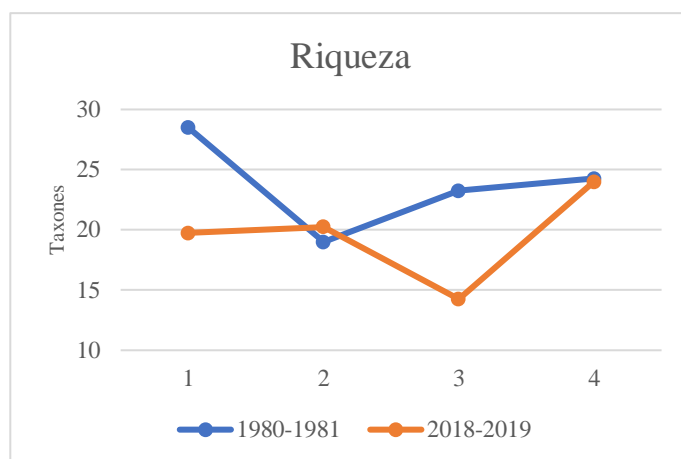


Figura 29. Evolución de la riqueza en las zonas.

En la zona 1 y en la zona 3 podemos observar (Figura 29) que disminuye la riqueza en comparación con el estudio realizado en 1980-1981. Por otro lado en la zona 2 aumenta ligeramente y en la zona 4 disminuye muy ligeramente.

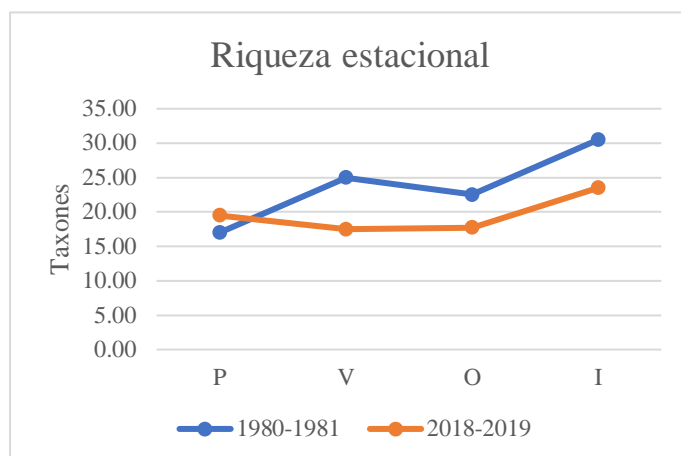


Figura 30: Evolución de la riqueza en las estaciones.

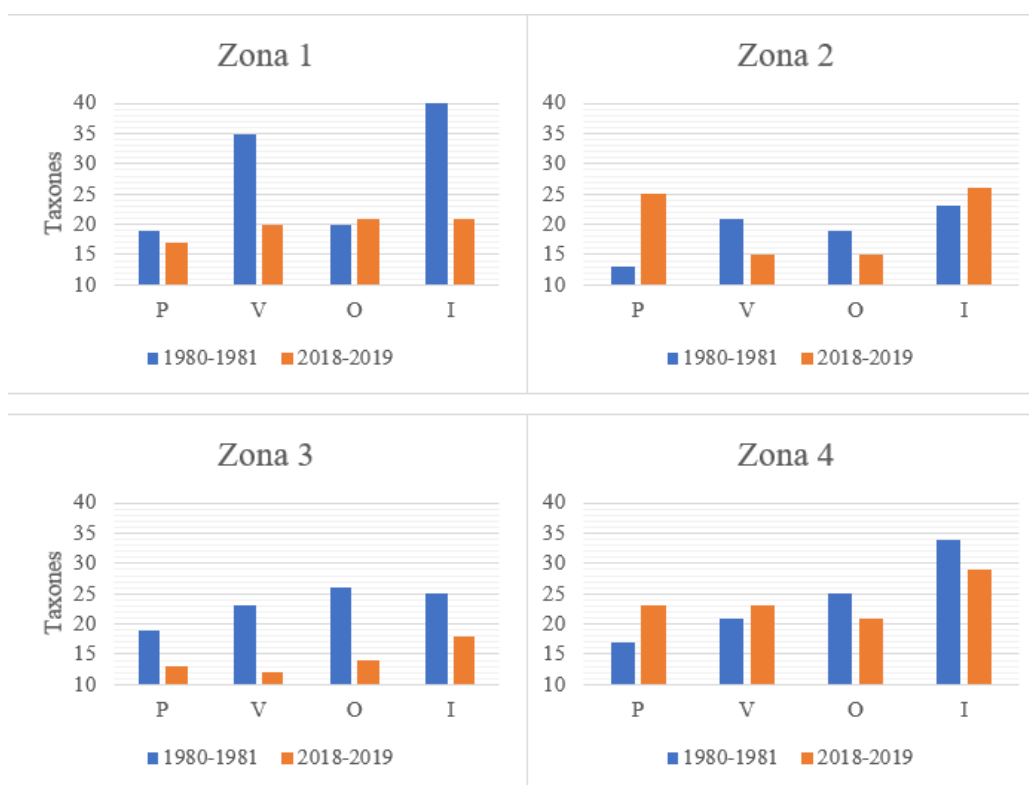


Figura 31. Variación estacional de la riqueza de taxones.

La fluctuación estacional de la riqueza de las comunidades ha variado en todas las zonas estudiadas (Figura 30 y 31). En la zona de aguas arriba del embalse de Pinilla, la riqueza ha disminuido en verano e invierno. En la zona 2, inmediatamente aguas debajo de la presa, aumenta la riqueza en primavera e invierno, mientras que en verano y otoño disminuye. En la zona 3 nos encontramos con una reducción en todas las estaciones del año. En la zona 4

observamos, de igual forma que con la diversidad, un aumento de estabilización estacional con respecto al muestreo del 1980-1981.

Los análisis, con respecto a la variable riqueza, muestran diferencias significativas (Tabla 30) entre los datos obtenidos por los dos investigadores, pero estas diferencias no se corresponden a comparaciones de igual a igual estación o zona.

Tabla 30.- Diferencias de Riqueza entre muestreos.

Diferencias sig.	
Comparación	P valor
C-A	0.02

5.3. Análisis y comparaciones de los caudales.

Analizando los caudales entrantes y salientes del embalse de Pinilla de los últimos años, los resultados indican que el embalse regula muy poco, lo que significa que no hay diferencias entre los caudales medios (Figura 32), y las diferencias en los caudales máximos son despreciables (Figura 33).

Por otro lado, encontramos diferencias en los caudales mínimos (Figura 34) o los caudales de estiaje (Q-verano es igual a la media de los meses de julio agosto y septiembre) que son mayores aguas abajo que en el régimen natural del control.

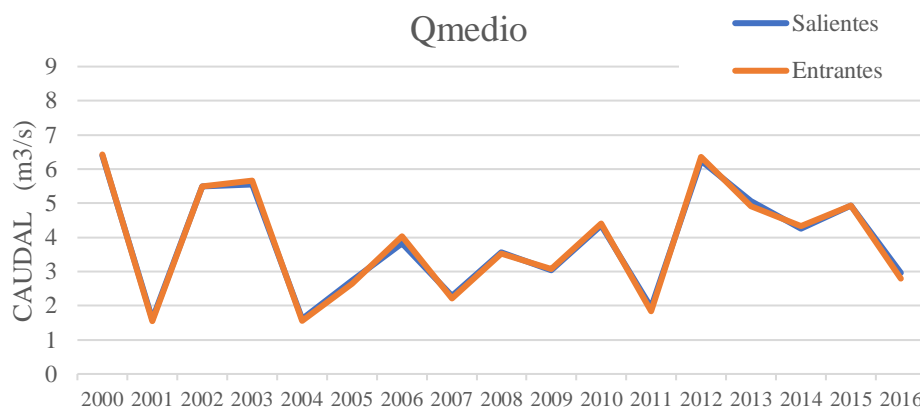


Figura 32. Evolución caudales medios entrantes y salientes.

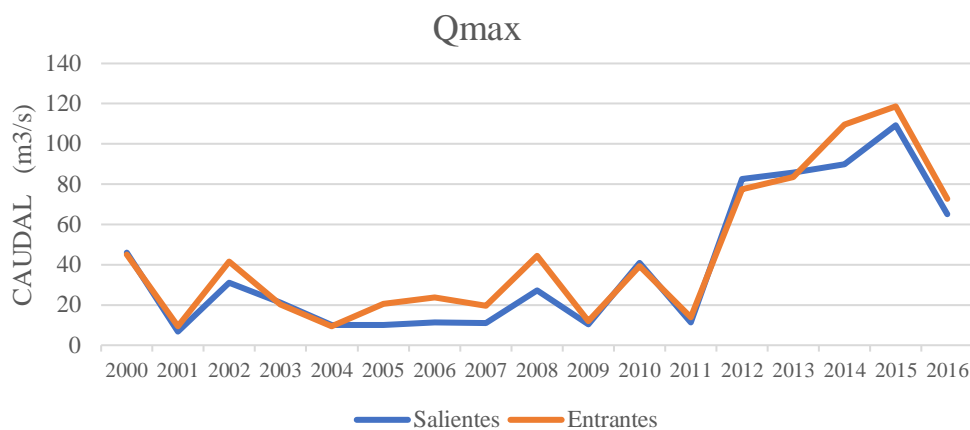


Figura 33. Evolución caudales máximos entrantes y salientes

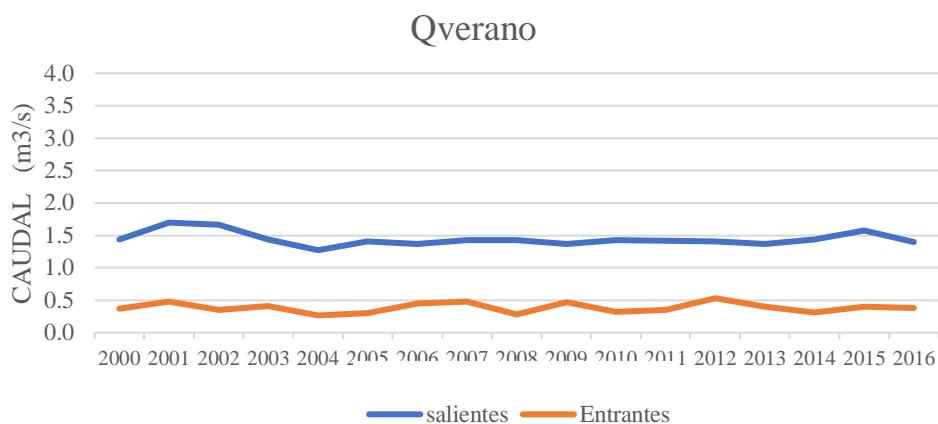


Figura 34. Evoluciones caudales de verano entrantes y salientes.

Cabe destacar que, en general, los caudales actuales son menores que los de 1980. Esta situación está directamente relacionada con el cambio climático (Figura 35 y 36).

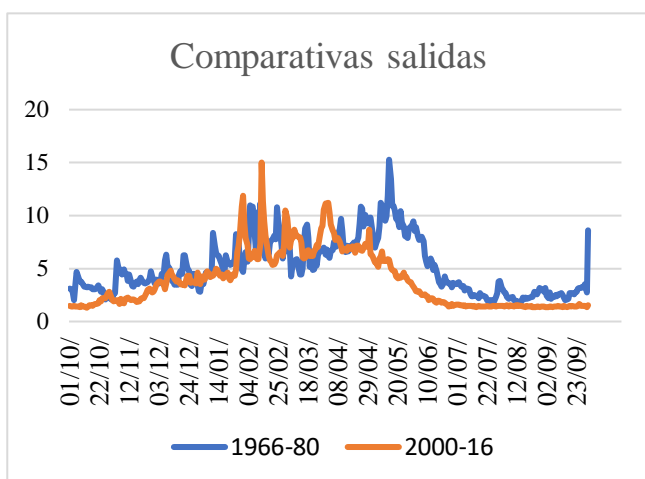


Figura 36. Comparativa de las salidas en actuales y las antiguas

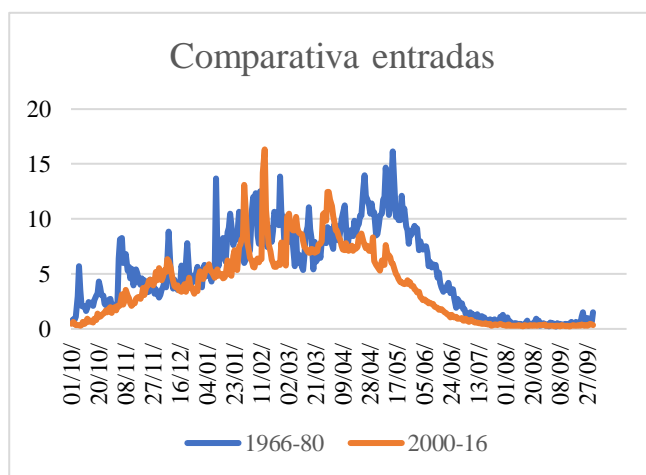


Figura 35.. Comparativa de las entradas actuales y las antiguas.

5.4. Análisis y comparaciones fisicoquímicas.

Los datos obtenidos en la revisión de datos fisicoquímicos se desarrollan en la Tabla 31:

Tabla 31.- Datos fisicoquímicos medios en las diferentes zonas de estudio.

	Conductividad			pH	
	Antiguos	Actuales		Antiguos	Actuales
Z1	65.00	93.92	Z1	7	7.50
Z2	75.00	81.52	Z2	7.5	7.50
Z3	70.00	80.86	Z3	8	7.60
Z4	250.00	88.72	Z4	8.3	7.10
	Temperatura			Oxígeno disuelto	
	Antiguos	Actuales		Antiguos	Actuales
Z1	10.00	10.53	Z1	8.5	10.50
Z2	8.00	12.20	Z2	9.2	10.09
Z3	10.00	10.92	Z3	10	9.92
Z4	14.00	14.40	Z4	11	9.60
	Nitratos (mg NO3/l)			Amonio (mg NH4/l)	
	Antiguos	Actuales		Antiguos	Actuales
Z1	2.1	3.08	Z1	0.03	0.1
Z2	1.8	1.34	Z2	0.3	0.10
Z3	1.9	3.21	Z3	0.2	0.10
Z4	0.8	1.12	Z4	0.18	0.05
	Sólidos en suspensión (mg/l)			Fosfatos (mg PO4/l)	
	Antiguos	Actuales		Antiguos	Actuales
Z1	4	5	Z1	0.5	0.1
Z2	9	4.40	Z2	0.25	0.06
Z3	10	5.00	Z3	0.3	0.19
Z4	1	2.00	Z4	1	0.07

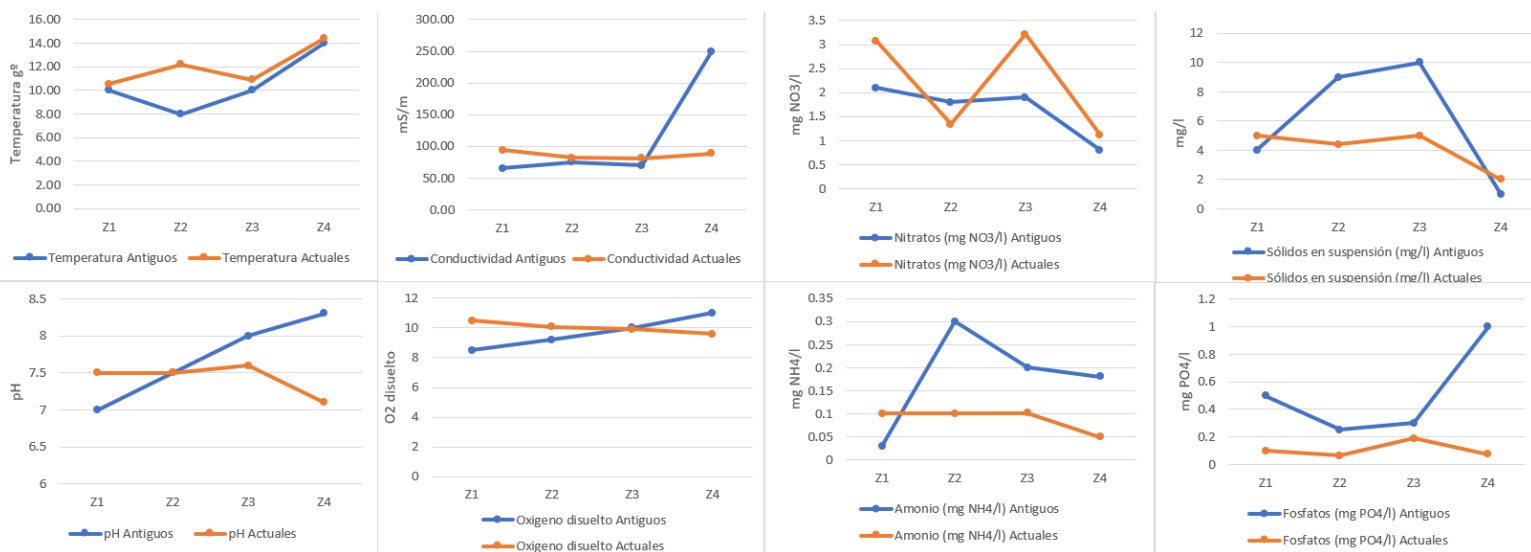


Figura 37. Variaciones en los parámetros fisicoquímicos revisados de ambos muestreos.

Observamos en la Figura 37 la comparación de los diferentes parámetros fisicoquímicos obtenidos por Casado et al., (1986) y los obtenidos por la revisión de los datos de 2014-2017 de la confederación hidrográfica.

La temperatura ha aumentado en la zona 2, pero el resto de las zonas se han mantenido estable en el tiempo.

La conductividad se mantiene constante en las zonas 1, 2 y 3. En el punto 4, debajo de la presa del Atazar, la conductividad en los datos antiguos es bastante más alta y se dispara muy por encima de los otros valores de conductividad.

Los nitratos han aumentado en todos los puntos menos en la zona 2, donde disminuyen.

Los sólidos en suspensión se mantienen, con pequeñas variaciones, en la zona 1 y 4. En cambio, en las zonas 2 y 3 disminuyen con respecto a los datos más antiguos.

El pH, que antes aumentaba gradualmente desde la zona 1 hasta la zona 4, ahora se mantiene más o menos constante, aunque en los datos actuales en la zona 4 disminuye.

En las mediciones del oxígeno disuelto, la tendencia se invierte en el muestreo más actual con respecto al más antiguo decreciendo de la zona 1 a la zona 4.

Respecto a la medición del amonio se observan las mayores diferencias entre las dos épocas. Son más acentuadas en la zona 2. De forma global, los datos actuales han sido más bajos con excepción de la zona 1, que han sido más altos.

Los fosfatos varían en mayor medida en la zona 1 y 2 y en general todas las medidas son más bajas que los datos del estudio de 1980.

7. Discusión.

7.1. Discusión datos 2018-2019.

En primer lugar, analizando los taxones más comunes obtenidos en el muestreo de nuestra zona de estudio encontramos:

En la zona 1, considerada la zona de referencia, dominan en orden decreciente las familias de los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera. Además, entre ellas, aparecen

Heptageniidae o Perlidae, familias consideradas indicadoras de buena calidad del agua por sus elevados requerimientos ecológicos (Jesus et al., 2004).

En la zona 2, encontramos un cambio en la estructura principal y en los géneros más frecuentes. Aumenta la presencia de géneros *Caenis* y *Baetis*, los más comunes dentro del orden Ephemeroptera y aunque en este orden existen especies muy sensibles a la contaminación, estas son más tolerantes a unos niveles moderados de contaminación (Oscóz, 2012). Además de efemerópteros, en esta zona aparecen más tricópteros, en especial los *Hidropsyche*, que al igual que los *Caenis* tienen cierta resistencia a la contaminación. (Puig., 1999).

En la zona 3, predominan los géneros *Hydropsyche*, *Leutra*, *Baetis* y la familia Chiromidae, de igual manera López Núñez et al., (2011) encontró una abundancia de estos taxones tras las presas. Por otro lado, aparece la familia Leuctridae, la más frecuente dentro del orden Plecóptera. Su hábitat tiene diferentes tipos de sustratos y se alimentan de materia orgánica, lo que les permite ser más tolerantes que otros plecópteros (Oscóz., 2012). En este punto se encuentra el menor número de taxones de las cuatro zonas.

En la zona 4 encontramos *Epeorus*, *Leutra*, *Baetis*, *Potamopyrgus*, *Simulium* y la familia Chiromidae. Estudios previos, (García de Jalón., 2008) han mostrado un aumento de la proporción de dípteros y moluscos debajo de las presas. Aparecen taxones de la clase Ephemeroptera que no aparecían en los puntos 2 y 3 y son taxones que, en general, indican buena calidad ambiental (Oscóz., 2012).

En general parece que la presencia de tricópteros como la familia Hydropsychidae y de dípteros como Simulidae y Chiromidae ha aumentado después de las presas, lo que concuerda con hábitos filtradores de estos animales (Torralba et al., 1996). Las secciones medias y bajas del río han albergado taxones más tolerantes a las perturbaciones ambientales, tal como ha sido observado por otros estudios (Benítez-Mora y Camargo., 2014).

Con respecto al IBMWP las zonas 1, 2 y 4 se encuentran dentro del estado de calidad bueno, mientras que la zona 3 tiene calidad moderada. La menor calidad encontrada, en la zona 3 (según el índice IBMWP), podría ser explicada por cambios morfológicos que está sufriendo, o por la presencia de alguna fuente de contaminación puntual, ya que se observan familias como Hydropsychidae, Leutridae, Baetidae y Chiromidae, que suelen aparecer

debajo de las presas y tienen mayor tolerancia a vivir en zonas más contaminadas (Oscosz., 2012).

Los taxones de EPT (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera) han disminuido a lo largo del curso fluvial, tal como ha sido observado en otros trabajos como los de Holt et al., (2015) y Krajenbrink et al., (2019). La disminución en el índice EPT supone un aumento de taxones menos sensibles a la contaminación, lo que podría estar relacionado con la variación morfológica de la zona, los cambios en las temperaturas y las modificaciones de la calidad del agua (White et al., 2017).

La zona 3 tiene menor diversidad que las demás zonas, lo que podría explicarse por la presencia de algún tipo de contaminación o modificación del hábitat, ya que aparecen taxones que son más resistentes a las perturbaciones (Oscosz, 2012).

También encontramos diferencias entre la diversidad del otoño y las demás estaciones ya que los caudales naturales en esta estación no suelen ser tan altos como en invierno o primavera según nos relata Benítez-Mora y Camargo., (2014). Los valores de diversidad más altos se obtuvieron en primavera, posiblemente por la aparición de más recursos y mejores condiciones nutricionales debido a la llegada de aguas ricas por deshielo (Martínez et al., 2020). En el caso del verano, como hemos observado en el análisis de caudales, éstos aumentan con respecto a los caudales naturales del estiaje con la suelta de agua, lo que puede justificar el aumento de diversidad en esta estación. (Camargo et al., 2005)

En las zonas 2 y 4 se observan diferencias estacionales significativas en la diversidad, lo que podría estar relacionado con su posición justo después de las presas, ya que la suelta de agua en éstas se produce de forma diferencial a lo largo del año; esto podría actuar de forma conjunta con un aumento de la heterogeneidad de las condiciones y cambios de temperatura. (López Núñez et al., 2011; Feld et al., 2014 y Anderson et al., 2015)

La riqueza aumenta después de las presas (en las zonas 2 y 4). De manera semejante a lo encontrado en los anteriores índices, la riqueza en la zona 3 fue significativamente menor. La disminución de diversidad, riqueza y los parámetros de calidad en este punto pueden ser debidos a fenómenos de incisión en el cauce y un ‘acorazamiento’ del substrato (Bravart et al., 1997). De ello observamos indicios al ver su tamaño granulométrico y la homogeneidad de la muestra.

Se han observado en estudios de otros ríos españoles resultados mixtos, como los de López Núñez et al., (2011). En éste, de manera semejante a nuestros resultados, la riqueza aumenta bajo las presas mientras que para Benítez-Mora y Camaro., (2014) y Lobera et al., (2016) disminuye. Las diferencias observadas estacionalmente para los sitios aguas abajo podría tener una explicación semejante que, para la diversidad, estando vinculadas a los cambios de la composición de especies (con un aumento del número de generalistas) o a la mejora de condiciones del hábitat.

La riqueza taxonómica fue significativamente mayor en primavera, coincidiendo con estudios como el de H.J. Krajenbrink et al., (2019) y, como hemos mencionado antes, ésta coincide con el aumento de diversidad en esta estación gracias a la mejora de condiciones del hábitat, alimentos y protección. (Martínez et al., 2020)

En la zona 2 encontramos diferencias estacionales en la riqueza, seguramente provocadas por las variaciones de caudales ocasionados por la presa de Pinilla, los cambios en la temperatura o la desaparición de taxones que no se adaptan a los cambios estacionales (Jesús et al., 2004)

Como hemos comentado anteriormente, los taxones que aparecen y aumentan la riqueza de las zonas debajo de las presas tienen más capacidad adaptativa y menor sensibilidad a las perturbaciones físicoquímicas y morfológicas del hábitat (Prat et al., 2009 y Benítez-Mora., Camargo., 2014). Los taxones sensibles tienden a reducirse en línea con la frecuencia e intensidad de las perturbaciones (García de Jalón., 1980; Camargo et al., 2005).

7.2. Evolución temporal de las zonas.

Los datos obtenidos en este estudio son comparados con los obtenidos por Casado et al. (1986) en 1980-1981 en las mismas zonas. Aparecen nuevos taxones de los órdenes dípteros, plecópteros y tricópteros. Los géneros que aparecen con más frecuencia en nuestros puntos son: *Chloroperla*, *Philopotamus*, *Hexatoma*, *Atheryx*, y *Tabanus* además también aparecen individuos de la familia Lumbricidae. Estos taxones son de media- buena calidad.

Especies como *Potamopyrgus antipodarum* y *Pacifastacus leniusculus* aparecen en el muestreo más reciente y son exóticas e invasoras. Dichas especies ya habían sido detectadas en el río Lozoya con anterioridad (Soler et al., 2006; Rubio., 2015).

Los órdenes que han desaparecido en frecuencia han sido Trichoptera y Díptera. Los géneros que desaparecen con mayor frecuencia son: *Hellobdella*, *Micronecta*, *Plectronemia*, *Tinodes*, *Allogamus*, *Sericostoma*, *Chrisops* y taxones de la familia la familia Ceratopogonidae. La mayoría de los taxones encontrados son indicadores de diferentes calidades.

Encontramos en la zona 4 que, en relación con riqueza de taxones, en vez de perder como sucede en las zonas 1, 2 y 3, se mantiene. Esta zona está debajo de la presa del Atazar, es una zona de hábitats heterogéneos, lo que ha podido permitir que la riqueza de taxones se haya mantenido ya que los que se encuentran son bastante tolerantes a los cambios de condiciones de la zona.

En la comparación del IBMWP encontramos diferencias en la calidad de la zona 2, pasando de moderada a buena. Al observar la composición de taxones de esta zona, vemos que la pérdida es tan solo el 7% y además aumenta la aparición de taxones indicadores de buena calidad como: *Brachyptera*, *Leuctra*, *Chloroperla*, *Calopteryx* y *Atheryx* lo que explicaría el aumento del IBMWP.

Estos cambios en calidad pueden ser producidos por la mejora de las condiciones físicoquímicas y morfológicas de la zona con el tiempo.

Los cambios estacionales del IBMWP nos muestran el mismo patrón, aunque en primavera aumenta el IBMWP y en las otras estaciones disminuye. Puede ser debido al aumento de caudal en esta estación o la disponibilidad de nutrientes que genera el agua de deshielo, ya que habitualmente en primavera en la zona mediterránea solemos tener caudales máximos. (Torralva et al., 1996).

En relación con el ETP encontramos algunas diferencias: en primer lugar, la zona 1 ha disminuido en todos sus taxones de ETP, pero en mayor grado en el número de tricópteros, lo que puede haber sido causado por una homogeneización del hábitat con respecto al estudio anterior. (Tszydel et al., 2009)

En la zona 2 aumentan las ordenes Plecoptera, los Ephemeroptera se mantienen, pero los Trichopteros disminuyen (como en la zona 1). Esto puede ser explicado por un aumento de hábitats más diversos (López Núñez et al., 2011) o por la suelta de aguas ricas en nutrientes de la presa (Camargo et al., 2005; García de Jalón., 1980).

En la zona 3 disminuyen los taxones de ETP, exceptuando los plecópteros que aumentan. Actualmente este punto se encuentra en el peor estado de todas las zonas, García De Jalón (1980) describió para la zona 2 que su mal estado podía relacionarse con homogeneización del mosaico de microhábitats, que impedía el crecimiento de algas sujetas al sustrato y afectaba el desarrollo de las larvas. Este comportamiento podría explicar el empeoramiento del estado de la zona 3 al mostrar el desplazamiento de los efectos de la zona 2 a la zona 3. Además, la zona 3 parece tener alteraciones morfológicas (acorazamiento del lecho (Bravart et al., 1997)) o algún tipo de presión fisicoquímica puntual que no aparezca en los datos del estudio.

En la zona 4 hay una disminución de los taxones ETP, pero aumenta notablemente el número de demás taxones. Esto puede ser por que el hábitat se ha vuelto más variable y ha perdido taxones de ETP, pero ha ganado más taxones de diferentes familias (más generalistas). (Martínez et al., 2020)

La diversidad se mantiene igual en las zonas 1 y 3, pero en las zonas 2 y 4 aumenta con respecto al muestreo de Casado et al., (1986) y en los puntos donde la diversidad aumenta la riqueza se mantiene y, en donde la diversidad se mantiene, la riqueza disminuye.

Todas estas diferencias han sido estudiadas estadísticamente y, gracias a ello, observamos que no son significativas entre las zonas de estudio en cuanto a las variables riqueza y densidad.

Al ver los resultados obtenidos en el estudio de variables fisicoquímicas de la confederación de los años 2014-2017 y los datos obtenidos por Casado et al., (1986) observamos que hay diferencias en algunas variables, pero estas no tienen efecto de modo significativo en la diversidad y en la riqueza de las diferentes zonas de muestreo.

En cuanto a la estacionalidad de los dos muestreos existen diferencias en la diversidad encontrada en invierno por Carmen Casado en 1980-1981 y la encontrada en este estudio siendo mayor en este último. Por lo que observamos en el análisis de caudales, estos han disminuido con respecto a los actuales. Estas variaciones pueden ser causadas por el cambio climático que genera una disminución de la precipitación en el sur de Europa, modificando el caudal de los ríos (Santiago et al., 2017).

7.3. Efectos de los Embalses a corto y largo plazo.

El presente estudio sugiere que los embalses han generado diferencias entre aguas arriba (Zona de referencia) y aguas debajo de estos, produciendo una pérdida de taxones especialistas, debido a su mayor sensibilidad a la alteración hidromorfológica. La calidad, según el IBMWP, se ha mantenido en todas las zonas a excepción de la 2 (que mejora), lo que puede ser debido, a la ganancia de taxones más generalistas (Feld et al., 2014), al aumento de la temperatura y el oxígeno disuelto (White et al., 2017) y a la disminución del amonio y los sólidos en suspensión. La regulación de caudales en esta zona ha generado que los caudales de verano sean muy superiores a los de referencia esto puede justificar que a largo plazo las comunidades de este punto superen a las naturales.

Los taxones de ETP disminuyen a lo largo del recorrido fluvial en la zona 1, que es donde más encontramos con respecto a la otra zona.

El aumento de diversidad se produce en la zona 4, después de las presas. Mientras que en la zona 2 ésta disminuye levemente con respecto al punto de referencia. En la variable riqueza el aumento después de la 1ª presa es muy leve y más acentuado es el aumento después de la cadena de presas con respecto a la zona 1.

En los índices de calidad el IBMWP ha cambiado con el tiempo de estado de calidad solo en la zona dos, antes las diferencias con el punto de referencia eran en la zona 2 y 3 y ahora es solo la zona 3. Parece que los efectos negativos se están desplazando de la zona 2 a la zona 3. Los Valores de ETP han disminuido con el tiempo en todas las zonas manteniendo en ambos muestreos la zona de referencia con el valor más alto.

En los datos de Casado et al., (1986) la diversidad descende en todas las zonas con respecto a la zona 1, pero en la actualidad aumenta la diversidad en el punto 4 debajo de la cadena de presas. En general aumenta la diversidad con el tiempo y estos aumentos son más notables en los puntos más cercanos a los embalses. El aumento ha sido el mismo tanto debajo de un embalse (esta disminuye después en la zona 3) como debajo de la cadena de embalses.

La riqueza para Casado et al., (1986) es mayor en el punto de referencia y luego baja en la zona 2 y aumenta en la zona 3 y 4 con respecto a la dos, pero nunca supera la de referencia, pero en el muestreo actual la zona con mayor riqueza es la zona 4 y no la 1. La riqueza en la

zona 1 y 3 ha disminuido con respecto a Casado et al., (1986) y las zonas debajo de las presas se han mantenido más constantes así que parece debajo de las presas los efectos temporales han sido amortiguados. Hay un aumento leve en la zona después del embalse de la pinilla mientras que después de la cadena de embalses ha sido la misma.

8. Conclusiones.

Como hemos observado en el desarrollo del trabajo encontramos diferencias en las variables dependientes a lo largo de nuestra zona de estudio. Estas variaciones pueden estar relacionadas con la regulación de caudales que sufre el Lozoya en su tramo bajo.

Las comunidades de macroinvertebrados varían con respecto al punto de referencia aumentando en diversidad y riqueza justo debajo de las presas, pero este aumento corresponde a especies más tolerantes y generalistas. El cambio climático está favoreciendo estiajes más acusados en el Lozoya, cuyos efectos en los tramos regulados quedan amortiguados con caudales de verano más altos.

Por otro lado, hay que destacar que el punto más degradado del curso fluvial estudiado es el 3, donde encontramos índices de calidad, diversidades y riquezas más bajas que en los demás puntos. Para saber las causas exactas de los patrones obtenidos harían falta análisis más concretos de las diferentes zonas.

Con respecto al estudio realizado por Casado et al., (1986) observamos algunas diferencias, sobre todo en relación con la comparación de las diferentes zonas, aunque ésta no fueron tantas como esperábamos a la hora de realizar la hipótesis,

Si bien observamos que el punto 2, que antes tenía peor calidad según el IBMWP, ahora se ha recuperado y parece que el efecto negativo que se generaba en ese punto se ha desplazado al punto 3, empeorando la calidad de esta zona.

En general el tramo bajo del río Lozoya se encuentra dentro de la categoría de buena calidad, excepto el punto 3 que es de calidad moderada, y convendría realizar una investigación más concreta de como poder mejorar el estado ecológico de esta zona.

En relación con las variables densidad y riqueza distinguimos diferencias significativas estacionales solo en la variable diversidad. Como ya hemos mencionado en la discusión, es debido, en gran parte, a las variaciones generadas por el cambio climático.

La realización de trabajos que estudian la calidad ecológica de los ríos a través de la respuesta de los macroinvertebrados constituye una herramienta útil en la realización de proyectos de conservación, recuperación y restauración del medio fluvial, especialmente cuando nos enfrentamos ríos sometidos a múltiples presiones con efectos a largo plazo.

10. Agradecimientos

Gracias en primer lugar a Diego por el apoyo, esfuerzo y tiempo invertido en dirigir este trabajo. También agradecer a todo el grupo de investigación de Hidrobiología por ayudarme con los muestreos, prestarme el material y orientarme con su experiencia; y en especial a Daniel y Alex por su apoyo prestado y hacerme sentir como en casa.

Agradecer a Mariló por ejercer como tutora y echarme una mano con el papeleo donde siempre he sido un poco caos.

Los muestreos no podrían haber sido realizados sin el apoyo incondicional de Teresa bueno no solo los muestreos... la estadística, la redacción, y la parte estética; estoy muy agradecida de haber compartido todo esto con ella.

También quiero agradecer al máster y a todo su profesorado por todo lo que me han enseñado. En realidad, no puedo dejar de agradecer a todos mis compañeros del máster por el buen rollo que han generado y todo lo que he podido aprender de ellos y con ellos.

Gracias a mis padres por darme la oportunidad de estudiar lo que me gusta desde pequeña apoyando tanto moral como económicamente.

11. Bibliografía

- Alba-Tercedor, J. 1996 Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. IV Simposio del Agua en Andalucía (SIAGA), Vol. II, pp. 203-213.
- Alba-Tercedor, J., Sánchez-Ortega, A. 1988 “Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978)” *Limnética*, nº 4, pp. 51–56
- Alba-Tercedor, J., Sainz-Bariain, M., Poquet, J., Rodríguez-Lopez, R. (2017). Predicting River Macroinvertebrate Communities Distributional Shifts under Future Global Change Scenarios in the Spanish Mediterranean Area. *PLOS ONE*, 12(1), 1-12. DOI:10.1371/journal.pone.0167904
- Anderson, CB., Rosemond, AD. 2007. Ecosystem engineering by invasive exotic beavers reduces in-stream diversity and enhances ecosystem function in Cape Horn, Chile. *Oecologia* 154:141–53
- Anderson, D., H. Moggridge, P. Warren., J. Shucksmith. 2015. The impacts of “run-of-river” hydropower on the physical and ecological condition of rivers. *Water and Environment Journal*, 29: 268-276. DOI: 10.1111/wej.12101
- Angel. (2015). Seguimiento ecológico de los cursos fluviales. Vertiente madrileña del Parque Nacional Sierra de Guadarrama. Año 2015. 10.13140/RG.2.2.32163.14880.
- Benitez-Mora A., Camargo JA. 2014. Ecological responses of aquatic macrophytes and benthic macroinvertebrates to dams in the Henares River Basin (Central Spain). *Hydrobiologia* 728: 167–178
- Bonada, N., Prat, N., Resh, VH., Statzner, B., 2006 Developments in aquatic insect biomonitoring: a comparative analysis of recent approaches. *Annu Rev Entomol* 51:495–523
- Bravard J., Amorosc., Pautou G., Bornette G., Bornaud M., Creuze Des Chatellier M., Gilbert J., Peiry J., Perrin J., Tachet H. 1997. River incision in south-east France: morphological phenomena and ecological effects. *Regulated Rivers: Research and Management* 13, 75-90.
- Camargo, J.A., Alonso, K., De La Puente, M. 2005. Eutrophication downstream from small reservoirs in mountain rivers of Central Spain. *Water Research*, 39, 3376–3384.
- Canal de Isabel II (Madrid). Embalse de El Atazar El ciclo integral del agua. Captación. [fecha de Consulta 27 de Abril de 2020].

- Carrera, C., Fierro, K. 2001. Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. EcoCiencia. Quito.
- Casado, C., 1986. Composición y estructura de las comunidades de macroinvertebrados de un río intensamente regulado del sistema Central: río Lozoya (cuenca del Tajo). Tesis doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid. 445 pp.
- Chicharo, L., Müller F., Fohrer N. 2015. Ecosystem services and River basin ecohydrology. Springer Dordrecht Heidelberg NY London. 350 p.
- Confederación Hidrográfica del Tajo (2015). Plan hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo 2015-2021. http://www.chtajo.es/LaCuenca/Planes/PlanHidrologico/Planif_20152021/Paginas/Plan_2015-2021.aspx (fecha de consulta 26/03/2020)
- Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. Diario Oficial n° L 327 de 22/12/2000 p. 0001-0073.
- Durance, I., Ormerod, J. 2007. Climate change effects on upland stream macroinvertebrates over a 25-year period. Global Change Biology, 13, 942-957. DOI:10.1111/j.1365-2486.2007.01340.x
- Feld, C.K., De Bello, F., Dolédec, S. 2014 Biodiversity of traits and species both show weak responses to hydromorphological alteration in lowland river macroinvertebrates. Freshwater Biology, 59, 233–248.
- García De Jalón, D. 2008. La regulación de los caudales y su efecto en la biodiversidad. Disponible en http://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/cajaAzul/6BS2P1_Diego%20G%20JalonACC.pdf [consulta: 27/04/2020].
- González del Tánago, M., García de Jalón, D. 1980. Estimación de la contaminación de las aguas mediante indicadores biológicos. Aplicación al río Jarama. Umbra S.A. - ICONA. 156 pp.
- García de Jalón, D. 1980. Efecto del embalse de Pinilla (Madrid) sobre las comunidades de macroinvertebrados bentónicos del río Lozoya. Bol. Est. Central Ecol 9 ICONA. , pp. 47-52.
- García de Jalón, D., González del Tánago, M. Oglecki, P., Wolter, C., Bruijse, T., Parasiewicz P. 2015. Restoring rivers for effective catchment Management. Europa: European Commission.

- García de Jalón, D., Sánchez Navarro, R., Serrano, J. 2007. Alteración de los regímenes de caudales de los ríos. Ministerio de Medio Ambiente y Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 66 pp.
- Holt, C.R., Pfitzer, D., Scalley, C., Caldwell, B.A., Capece, P.I., Batzer, D.P., 2015. Longitudinal variation in macroinvertebrate assemblages below a large-scale hydroelectric dam. *Hydrobiologia* 755 (1), 13–26.
- Jesus, T., Formigo, N., Santos, P., Tavares, G. R. 2004. Impact evaluation of the Vila Viçosa small hydroelectric power plant (Portugal) on the water quality and on the dynamics of the benthic macroinvertebrate communities of the Ardena river. *Limnetica*, 23: 241-256.
- Krajenbrink, H.J., Acreman, M., Dunbar, M.J., Hannah, D.M., Laizé, C.L.R., Wood, P.J., 2019. Macroinvertebrate community responses to river impoundment at multiple spatial scales. *Sci. Total, Environ.* 650, 2648–2656.
- Lake, P., Palmer, M., Biro, P., Cole, J., Covich, A., Dahm, C., Gilbert, J., Goedkoop, W., Martens, K., Verhoeven, J. 2000 Global change and the biodiversity of freshwater ecosystems: Impacts on linkages between above-sediment and sediment biota: All forms of anthropogenic disturbance- changes in land use, biogeochemical processes, or biotic addition or loss- not only damage the biota of freshwater sediments but also disrupt the linkages between above sediment and sediment- dwelling biota. *BioScience*, 50, 1099-1107.
- Lobera, G., Muñoz, I., López-Tarazón, J. A., Vericat, D., Batalla, J. 2016. Effects of flow regulation on river bed dynamics and invertebrate communities in a Mediterranean river. *Hydrobiologia*, 784 (1), 283-304. DOI: 10.1007/s10750016-2884-6
- López Núñez, F., González Filgueira, L., Gutiérrez Díez, I., Rodríguez Vieites, D., 2011. Efecto de una presa sobre las comunidades bentónicas de macroinvertebrados y su hábitat en un río atlántico. *Boletín BIGA*, 10: 19-29.
- Macan, T. T. 1958. Methods of sampling the bottom fauna in stony streams. *Mitt. Int. Verein. Theor. Angew. Limnol.* 8: 1–21.
- Martínez, Y., Gutiérrez, D., Álvarez-Troncoso, R., Garrido, J. 2020. Impact of small-scale hydropower stations on macroinvertebrate communities for regulated rivers. *Limnetica*, 39(1), 317-334.

- Miller, S., Budy, P., Schmidt, J. 2009. Quantifying Macroinvertebrates responses to in-stream habitat restoration: applications of meta-analysis to river restoration. *Restoration Ecology*, 18(1), 8-19. DOI: 10.1111/j.1526-100X.2009.00605.x
- Munné, A., Prat, N. 2009. Use of macroinvertebrate-based multimetric indices for water quality evaluation in Spanish Mediterranean rivers: an intercalibration approach with the IBMWP index. *Hydrobiologia* 628, 203–225. Munné, A., Prat, N., Sola, C., Bonada, N., Rieradevall, M., 2003
- Ogbeibu, A.E., Oribhabor, B.J. 2002. Ecological impact of river impoundment using benthic macro-invertebrates as indicators. *Water Research*, 36: 2427-2436.
- Osoz, J. 2012. Guía de campo. Macroinvertebrados de la cuenca del Ebro. Confederación Hidrográfica del Ebro. Zaragoza.
- Prat, N., Ríos, B., Acosta, R., Rieradevall, M. 2009. Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas. In: *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos*. E. Domínguez & H.R. Fernández (ed.): 631-654. Fundación Miguel Lillo, San Miguel de Tucumán. Argentina.
- Puig, M.A., (1999). Els macroinvertebrats dels rius Catalans. Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya, Barcelona.
- Santiago, J. M., Muñoz-Mas, R., Solana-Gutiérrez, J., García de Jalón, D., Alonso, C., Martínez-Capel, F., Ribalaygua, J. 2017. Waning habitats due to climate change: The effects of changes in streamflow and temperature at the rear edge of the distribution of a cold-water fish. *Hydrology and Earth System Sciences*, 21(8), 4073-4101. DOI: 10.5194/hess-21-4073-201
- Soler, J., Moreno, D., Araujo, R., Ramos, M.A. 2006. Diversidad y distribución de los moluscos de agua dulce en la comunidad de Madrid (España). *Graellsia* 62: 201-252.
- Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M., Usseglio-Polatera, P. 2003. *Invertébrés d'eau douce: systématique, biologie, écologie*. París, Francia: CNRS Éditions.
- Torralba M. M., Oliva, F. J., Ubero-Pascal, N. A., Malo, J, Puig, M.A., (1996). "Efectos de la regulación sobre los macroinvertebrados en el río Segura (S.E. España)". *Limnética*, 11(2): 49-56.
- Tszedel, M., Grzybkowska, M., Kruk, A. 2009. Influence of dam removal on trichopteran assemblages in the lowland Drzewiczka River, Poland. *Hydrobiologia* 630: 75– 89. DOI: 10.1007/s10750-009-9781-1

Eggert, S., J. L. , M., & J.R. , W. (1997). Multiple trophic levels of a forest stream linked terrestrial litter input. *Science* 277, 102-104.)

- White, J., Hannah, D., House, A., Beatson, S., Martin, A., Wood, P. 2017. Macroinvertebrate responses to flow and stream temperature variability across regulates and non-regulates rivers. *Ecohydrology*, 10, 1-21.DOI: 10.1002/eco.1773
- Zamora-Muñoz, C., Alba-Tercedor, J., García de Jalón, D. 1995. The larvae of the genus *Hydropsyche* (Hydropsychidae; Trichoptera) and the key identification of species of the Iberian Peninsula. *Mitteilungen der schweizerischen entomologischen gesellschaft*. 68, 189-210.

ANEXO 1: DENOMINACIÓN DE LOS CAUCES

Código	Masa de agua	Categoría	Naturaleza	Denominación Tipo	Longitud (Km)	Área (km²)	Coordenadas (ETRS89 Huso30)	Zona muestreo
ES030MSPF0450010	Río Lozoya hasta E. Pinilla.	RW	Natural	Ríos de montaña mediterránea silíceo	37,6		425787,05 4524538,00	1
		R-T11						
ES030MSPF0448021	Río Lozoya desde E. Pinilla hasta E. Ríosequillo.	RW	Muy modificada	Ríos de montaña mediterránea silíceo. Artificial o muy modificada	7,4		437672,35 4532324,40	2
		R-T11						3
ES030MSPF0443021	Río Lozoya desde E. Atazar hasta Río Jarama	RW	Muy modificada	Ríos de montaña mediterránea silíceo. Artificial o muy modificada	13,1		461551,37 4527678,99	4
		R-T11						
ES030MSPF0444020	Atazar	RW	Muy modificada	Monomítico, silíceo de zonas húmedas, con temperatura media anual menor de 15° C, pertenecientes a ríos de cabecera y tramos altos.		10,6	456403,68 4528349,19	
ES030MSPF0445020	Villar, El	RW	Muy modificada	Monomítico, silíceo de zonas húmedas, con temperatura media anual menor de 15° C, pertenecientes a ríos de cabecera y tramos altos.		1,3	452705,51 4533383,35	
ES030MSPF0446020	Puentes Viejas	RW	Muy modificada	Monomítico, silíceo de zonas húmedas, con temperatura media anual menor de 15° C, pertenecientes a ríos de cabecera y tramos altos.		2,3	448702,83 4537900,34	
ES030MSPF0449020	Pinilla, La	RW	Muy modificada	Monomítico, silíceo de zonas húmedas, con temperatura media anual menor de 15° C, pertenecientes a ríos de cabecera y tramos altos.		3,6	433053,63 4532183,29	
ES030MSPF0447020	Riosequillo	RW	Muy modificada	Monomítico, silíceo de zonas húmedas, con temperatura media anual menor de 15° C, pertenecientes a ríos de cabecera y tramos altos.		2,8	443065,19 4535691,30	

ANEXO 2: TAXONES ENCONTRADOS EN EL ESTUDIO

Reino	Clase	Subclase	Orden	Suborden	Familia	Género	Nº individuos (Promedio)	Zona	Estación
Annelida	Clitellata	Hirudinea			Erpobdella	<i>Erpobdella</i>	0.43	1	O
Annelida	Clitellata	Hirudinea			Erpobdella		1.50	2	O
Annelida	Clitellata	Hirudinea			Erpobdella		0.43	4	O
Annelida	Clitellata		Haplotaxida		Lumbricidae		0.14	1	O
Annelida	Clitellata		Haplotaxida		Lumbricidae		0.50	2	O
Annelida	Clitellata		Haplotaxida		Lumbricidae		0.17	3	O
Annelida	Clitellata		Haplotaxida		Turbifidae		1.00	3	O
Annelida	Clitellata		Hirudinea		Glossiphonia	<i>Glossiphonia</i>	0.33	1	P
Annelida	Hirudinea		Arhynchobdellida		Erpobdellidae	<i>Helobdella</i>	1.50	1	I
Annelida	Hirudinea		Arhynchobdellida		Erpobdellidae	<i>Erpobdella</i>	0.17	1	I
Annelida	Hirudinea		Arhynchobdellida		Erpobdellidae	<i>Erpobdella</i>	0.50	2	P
Annelida	Hirudinea		Arhynchobdellida		Erpobdellidae	<i>Erpobdella</i>	0.67	2	V
Annelida	Hirudinea		Arhynchobdellida		Erpobdellidae	<i>Erpobdella</i>	0.50	3	I
Annelida	Hirudinea		Arhynchobdellida		Erpobdellidae	<i>Erpobdella</i>	0.17	4	P
Annelida	Hirudinea		Arhynchobdellida		Erpobdellidae	<i>Erpobdella</i>	0.29	4	V
Annelida	Hirudinea		Arhynchobdellida		Erpobdellidae	<i>Erpobdella</i>	0.14	4	I
Annelida	Oligochaeta		Haplotaxida		Lumbricidae		0.67	2	P
Annelida	Oligochaeta		Haplotaxida		Lumbricidae		0.83	2	V
Annelida	Oligochaeta		Haplotaxida		Lumbricidae		1.00	4	P
Annelida	Oligochaeta		Haplotaxida		Lumbricidae		0.14	4	V
Annelida	Oligochaeta		Haplotaxida		Lumbricidae		0.14	4	I
Annelida	Oligochaeta		Haplotaxida		Tubifidae		0.33	3	P
Annelida	Oligochaeta		Haplotaxida		Lumbricidae		1.50	2	I
Arthropoda	Crustacea		Decapoda		Astacidae	<i>Austropotamobius</i>	0.67	2	V
Arthropoda	Crustacea		Decapoda		Astacidae	<i>Austropotamobius</i>	0.67	3	V

Arthropoda	Crustacea		Decapoda		Astacidae	<i>Austropotamobius</i>	0.33	1	P
Arthropoda	Crustacea		Decapoda		Astacidae	<i>Austropotamobius</i>	0.50	2	P
arthropoda	crustacea		Decapoda		Astacidae	<i>Austropotamobius</i>	0.17	3	O
Arthropoda	Insecta		Arachnida		Hidroacaros		0.17	4	P
Arthropoda	Insecta		Coleoptera	Adephaga	Dytiscidae	<i>Colymbetes</i>	0.14	4	O
Arthropoda	Insecta		Coleoptera	Polyphaga	Dytiscidae	<i>Dytiscus</i>	0.14	4	O
Arthropoda	Insecta		Coleoptera		Dryopidae	<i>Dryops</i>	0.33	4	P
Arthropoda	Insecta		Coleoptera		Dryopidae	<i>Dryops</i>	0.29	4	V
Arthropoda	Insecta		Coleoptera		Dytiscidae	<i>Colymbetes</i>	0.17	2	I
Arthropoda	Insecta		Coleoptera		Elmidae	<i>Elmis</i>	0.14	1	O
Arthropoda	Insecta		Coleoptera		Elmidae	<i>Elmis</i>	3.67	4	P
Arthropoda	Insecta		Coleoptera		Elmidae	<i>Elmis</i>	1.00	4	V
Arthropoda	Insecta		Coleoptera		Elmidae	<i>Elmis</i>	4.00	4	O
Arthropoda	Insecta		Coleoptera		Elmidae	<i>Elmis</i>	3.57	4	I
Arthropoda	Insecta		Coleoptera		Elmidae	<i>Limnius</i>	0.17	3	V
Arthropoda	Insecta		Coleoptera		Elmidae	<i>Stenelmis</i>	0.14	4	O
Arthropoda	Insecta		Coleoptera		Gyrinidae	<i>Gyrinus.</i>	0.14	4	I
Arthropoda	Insecta		Coleoptera		Haliplidae	<i>Haliphus</i>	0.33	2	P
Arthropoda	Insecta		Coleoptera		Haliplidae	<i>Haliphus</i>	0.17	4	P
Arthropoda	Insecta		Coleoptera		Helophoridae	<i>Helophorus</i>	0.17	2	P
Arthropoda	Insecta		Coleoptera		Helophoridae	<i>Helophorus</i>	0.43	4	V
Arthropoda	Insecta		Coleoptera		Hydraenidae	<i>Hydraena</i>	0.17	3	P
Arthropoda	Insecta		Coleoptera		Hydraenidae	<i>Hydraena</i>	0.83	4	P
Arthropoda	Insecta		Coleoptera		Hydraenidae	<i>Hydraena</i>	0.14	4	V
Arthropoda	Insecta		Coleoptera		Hydrochidae	<i>Hidrochus</i>	0.29	4	I
Arthropoda	Insecta		Coleoptera		Hydrophilidae	<i>Anacaena</i>	0.71	4	I
Arthropoda	Insecta		Coleoptera		Scirtidae/helodidae	<i>Helodes</i>	1.14	4	O
Arthropoda	Insecta		Diptera	Brachycera	Athericidae	<i>Atheryx</i>	0.17	1	P
Arthropoda	Insecta		Diptera	Brachycera	Athericidae	<i>Atheryx</i>	0.17	2	P

Arthropoda	Insecta		Diptera	Brachycera	Athericidae	<i>Atheryx</i>	0.17	2	V
Arthropoda	Insecta		Diptera	Brachycera	Athericidae	<i>Atheryx</i>	0.33	2	O
Arthropoda	Insecta		Diptera	Brachycera	Athericidae	<i>Atheryx</i>	1.33	2	I
Arthropoda	Insecta		Diptera	Brachycera	Athericidae	<i>Atheryx</i>	0.50	3	O
Arthropoda	Insecta		Diptera	Brachycera	Athericidae	<i>Atheryx</i>	0.67	3	I
Arthropoda	Insecta		Diptera	Brachycera	Athericidae	<i>Atheryx</i>	0.33	4	P
Arthropoda	Insecta		Diptera	Brachycera	Athericidae	<i>Atheryx</i>	0.57	4	V
Arthropoda	Insecta		Diptera	Brachycera	Athericidae	<i>Atheryx</i>	0.14	4	I
Arthropoda	Insecta		Diptera	Brachycera	Rhagionidae	<i>Rhagio</i>	0.14	4	V
Arthropoda	Insecta		Diptera	Brachycera	Tabanidae	<i>Tabanus</i>	0.17	1	V
Arthropoda	Insecta		Diptera	Brachycera	Tabanidae	<i>Tabanus</i>	2.17	2	I
Arthropoda	Insecta		Diptera	Brachycera	Tabanidae	<i>Tabanus</i>	0.83	3	I
Arthropoda	Insecta		Diptera	Brachycera	Tabanidae	<i>Tabanus</i>	0.29	4	I
Arthropoda	Insecta		Diptera	Limonidae	Pediciidae	<i>Dicranota</i>	0.14	1	O
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Chironomidae	<i>Chironominae</i>	1.50	1	P
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Chironomidae	<i>Chironominae</i>	3.83	1	V
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Chironomidae	<i>Chironominae</i>	0.71	1	O
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Chironomidae	<i>Chironominae</i>	3.67	1	I
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Chironomidae	<i>Chironominae</i>	1.50	2	P
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Chironomidae	<i>Chironominae</i>	2.83	2	V
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Chironomidae	<i>Chironominae</i>	17.50	2	I
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Chironomidae	<i>Chironominae</i>	2.67	3	P
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Chironomidae	<i>Chironominae</i>	2.17	3	V
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Chironomidae	<i>Chironominae</i>	2.50	3	O
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Chironomidae	<i>Chironominae</i>	35.83	3	I
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Chironomidae	<i>Chironominae</i>	4.50	4	P
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Chironomidae	<i>Chironominae</i>	1.57	4	V
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Chironomidae	<i>Chironominae</i>	5.71	4	I
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Limoniidae	<i>Antocha</i>	0.17	3	I

Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Limoniidae	<i>Antocha</i>	1.14	4	O
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Limoniidae	<i>Hexatoma</i>	1.50	1	P
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Limoniidae	<i>Hexatoma</i>	0.17	1	V
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Limoniidae	<i>Hexatoma</i>	0.50	2	P
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Limoniidae	<i>Hexatoma</i>	0.17	2	I
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Limoniidae	<i>Hexatoma</i>	1.50	4	P
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Limoniidae	<i>Hexatoma</i>	0.29	4	V
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Limoniidae	<i>Hexatoma</i>	0.14	4	I
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Simuliidae	<i>Simulium</i>	4.67	1	V
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Simuliidae	<i>Simulium</i>	0.67	3	P
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Simuliidae	<i>Simulium</i>	1.50	3	V
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Simuliidae	<i>Simulium</i>	8.83	4	P
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Simuliidae	<i>Simulium</i>	0.43	4	V
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Simuliidae	<i>Simulium</i>	0.71	4	I
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Simuliidae	<i>Prosimulium</i>	0.83	1	I
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Simuliidae	<i>Simulium</i>	21.29	1	O
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Simuliidae	<i>Simulium</i>	2.17	1	I
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Simuliidae	<i>Simulium</i>	0.33	3	O
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Simuliidae	<i>Simulium</i>	1.17	3	I
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Simuliidae	<i>Simulium</i>	0.14	4	O
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Tipulidae	<i>Tipula</i>	0.14	1	O
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Tipulidae	<i>Tipula</i>	0.17	1	I
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Tipulidae	<i>Tipula</i>	0.17	2	O
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Tipulidae	<i>Tipula</i>	0.17	2	I
Arthropoda	Insecta		Diptera	Nematocera	Tipulidae	<i>Tipula</i>	0.33	3	I
Arthropoda	Insecta		Diptera		Empididae	<i>Empis</i>	0.17	1	I
Arthropoda	Insecta		Diptera		Empididae	<i>Empis</i>	0.83	2	I
Arthropoda	Insecta		Diptera		Empididae	<i>Empis</i>	0.33	3	P
Arthropoda	Insecta		Diptera		Empididae	<i>Empis</i>	0.17	3	I

Arthropoda	Insecta		Diptera		Empididae	<i>Empis</i>	0.50	4	P
Arthropoda	Insecta		Diptera		Empididae	<i>Empis</i>	0.43	4	V
Arthropoda	Insecta		Diptera	Brachycera	Tabanidae	<i>Tabanus</i>	0.17	2	P
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Baetidae	<i>Baetis</i>	13.83	1	P
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Baetidae	<i>Baetis</i>	8.00	1	V
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Baetidae	<i>Baetis</i>	6.86	1	O
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Baetidae	<i>Baetis</i>	12.50	1	I
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Baetidae	<i>Baetis</i>	3.50	2	P
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Baetidae	<i>Baetis</i>	3.17	2	V
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Baetidae	<i>Baetis</i>	1.67	2	O
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Baetidae	<i>Baetis</i>	2.33	2	I
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Baetidae	<i>Baetis</i>	6.83	3	P
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Baetidae	<i>Baetis</i>	5.17	3	V
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Baetidae	<i>Baetis</i>	0.50	3	O
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Baetidae	<i>Baetis</i>	5.50	3	I
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Baetidae	<i>Baetis</i>	9.67	4	P
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Baetidae	<i>Baetis</i>	4.86	4	V
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Baetidae	<i>Baetis</i>	5.00	4	O
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Baetidae	<i>Baetis</i>	5.29	4	I
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Caenidae	<i>Caenis</i>	0.17	1	P
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Caenidae	<i>Caenis</i>	0.17	1	I
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Caenidae	<i>Caenis</i>	12.33	2	P
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Caenidae	<i>Caenis</i>	4.17	2	V
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Caenidae	<i>Caenis</i>	13.33	2	O
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Caenidae	<i>Caenis</i>	7.50	2	I
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Caenidae	<i>Caenis</i>	0.50	3	P
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Caenidae	<i>Caenis</i>	0.67	3	V
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Caenidae	<i>Caenis</i>	1.17	3	O
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Caenidae	<i>Caenis</i>	0.83	3	I

Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Ephemerella	<i>Ephemerella</i>	0.17	1	P
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Ephemerellidae	<i>Drunella</i>	0.17	1	V
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Ephemerellidae	<i>Ephemerella</i>	0.17	1	V
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Ephemerellidae	<i>Ephemerella</i>	0.17	1	I
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Ephemerellidae	<i>Ephemerella</i>	0.33	2	V
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Ephemerellidae	<i>Ephemerella</i>	0.83	2	I
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Ephemerellidae	<i>Ephemerella</i>	0.14	4	V
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Heptageniidae	<i>Ecdyonurus</i>	10.00	1	P
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Heptageniidae	<i>Ecdyonurus</i>	6.50	1	V
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Heptageniidae	<i>Ecdyonurus</i>	0.43	1	O
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Heptageniidae	<i>Ecdyonurus</i>	0.33	1	I
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Heptageniidae	<i>Ecdyonurus</i>	0.50	3	I
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Heptageniidae	<i>Epeorus</i>	6.50	1	P
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Heptageniidae	<i>Epeorus</i>	7.00	1	O
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Heptageniidae	<i>Epeorus</i>	22.67	1	I
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Heptageniidae	<i>Epeorus</i>	0.17	3	O
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Heptageniidae	<i>Epeorus</i>	3.67	4	P
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Heptageniidae	<i>Epeorus</i>	0.43	4	V
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Heptageniidae	<i>Epeorus</i>	10.29	4	O
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Heptageniidae	<i>Epeorus</i>	18.29	4	I
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Heptageniidae	<i>Rhitrogena</i>	8.50	1	P
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Heptageniidae	<i>Rhitrogena</i>	2.83	1	V
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Heptageniidae	<i>Rhitrogena</i>	1.17	1	I
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Heptageniidae	<i>Rhitrogena</i>	3.14	4	I
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Leptophlebiidae	<i>Habroleptoides</i>	0.14	1	O
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Leptophlebiidae	<i>Habroleptoides</i>	0.14	4	O
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Leptophlebiidae	<i>Paraleptophlebia</i>	0.14	1	O
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Leptophlebiidae	<i>Habroleptoides</i>	0.33	1	P
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Perlidae	<i>Perla</i>	0.29	1	O

Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Siphonuridae	<i>Siphonurus</i>	1.83	1	P
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Siphonuridae	<i>Siphonurus</i>	2.00	1	V
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Siphonuridae	<i>Siphonurus</i>	0.50	2	V
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Siphonuridae	<i>Siphonurus</i>	0.50	3	V
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera		Siphonuridae	<i>Siphonurus</i>	0.17	4	P
Arthropoda	Insecta		heteroptera	Cryptocerata	Corixidae	<i>Corixidae</i>	0.29	4	O
Arthropoda	Insecta		Heteropteros	Gymnocerata	Gerridae		0.29	4	I
Arthropoda	Insecta		Heteropteros	Gymnocerata	Hydrometridae	<i>Hydrometra</i>	0.14	4	I
Arthropoda	Insecta		Odonata	Anisoptera	Gomphidae	<i>Onychogomphus</i>	0.17	3	O
Arthropoda	Insecta		Odonata	Anisoptera	Gomphidae	<i>Onychogomphus</i>	0.29	4	V
Arthropoda	Insecta		Odonata	Anisoptera	Gomphidae	<i>Onychogomphus</i>	0.14	4	O
Arthropoda	Insecta		Odonata	Zygoptera	Calopterygidae	<i>Calopteryx</i>	0.17	2	V
Arthropoda	Insecta		Odonata	Zygoptera	Calopterygidae	<i>Calopteryx</i>	0.14	4	I
Arthropoda	Insecta		Odonata	Zygoptera	Calopterygidae	<i>Calopteryx</i>	0.50	2	O
Arthropoda	Insecta		odonata	Zygoptera	Calopterygidae	<i>Calopteryx</i>	0.17	2	P
Arthropoda	Insecta		Plecoptera		Capniidae	<i>Capnia</i>	3.17	2	P
Arthropoda	Insecta		Plecoptera		Chloroperlidae	<i>Chloroperla</i>	0.33	1	P
Arthropoda	Insecta		Plecoptera		Chloroperlidae	<i>Chloroperla</i>	0.17	2	I
Arthropoda	Insecta		Plecoptera		Chloroperlidae	<i>Chloroperla</i>	0.17	3	V
Arthropoda	Insecta		Plecoptera		Chloroperlidae	<i>Chloroperla</i>	0.17	3	I
Arthropoda	Insecta		Plecoptera		Chloroperlidae	<i>Chloroperla</i>	1.43	4	I
Arthropoda	Insecta		Plecoptera		Leuctridae	<i>Leutra</i>	4.00	1	V
Arthropoda	Insecta		Plecoptera		Leuctridae	<i>Leutra</i>	1.67	1	I
Arthropoda	Insecta		Plecoptera		Leuctridae	<i>Leutra</i>	8.17	2	P
Arthropoda	Insecta		Plecoptera		Leuctridae	<i>Leutra</i>	1.67	2	V
Arthropoda	Insecta		Plecoptera		Leuctridae	<i>Leutra</i>	0.50	2	I
Arthropoda	Insecta		Plecoptera		Leuctridae	<i>Leutra</i>	8.00	3	P
Arthropoda	Insecta		Plecoptera		Leuctridae	<i>Leutra</i>	7.17	3	V
Arthropoda	Insecta		Plecoptera		Leuctridae	<i>Leutra</i>	0.83	3	O

Arthropoda	Insecta		Plecoptera		Leuctridae	<i>Leutra</i>	6.33	4	P
Arthropoda	Insecta		Plecoptera		Leuctridae	<i>Leutra</i>	6.00	4	V
Arthropoda	Insecta		Plecoptera		Leuctridae	<i>Leutra</i>	8.71	4	O
Arthropoda	Insecta		Plecoptera		Leuctridae	<i>leutra</i>	0.29	4	I
Arthropoda	Insecta		Plecoptera		Leuctridae	<i>Leutres</i>	5.50	1	P
Arthropoda	Insecta		Plecoptera		Leuctridae	<i>Leutres</i>	1.43	1	O
Arthropoda	Insecta		Plecoptera		Nemouridae	<i>Nemoura</i>	0.83	1	I
Arthropoda	Insecta		Plecoptera		Perlidae	<i>Perla</i>	0.17	1	V
Arthropoda	Insecta		Plecoptera		Perlodidae	<i>Isoperla</i>	0.17	1	V
Arthropoda	Insecta		Plecoptera		Perlodidae	<i>Perlodes</i>	0.50	1	V
Arthropoda	Insecta		Plecoptera		Taeniopterygidae	<i>Brachyptera</i>	1.43	1	O
Arthropoda	Insecta		Plecoptera		Taeniopterygidae	<i>Brachyptera</i>	8.50	1	I
Arthropoda	Insecta		Plecoptera		Taeniopterygidae	<i>Brachyptera</i>	0.33	2	I
Arthropoda	Insecta		Plecoptera		Taeniopterygidae	<i>Brachyptera</i>	0.67	3	I
Arthropoda	Insecta		Plecoptera		Taeniopteryx	<i>Brachyptera</i>	2.17	3	O
Arthropoda	Insecta		Trichoptera	Annulupalpia	Glossomastidae	<i>Glossosoma</i>	0.67	3	I
Arthropoda	Insecta		Trichoptera	Annulupalpia	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	1.67	1	I
Arthropoda	Insecta		Trichoptera	Annulupalpia	Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila</i>	0.50	1	I
Arthropoda	Insecta		Trichoptera	Annulupalpia	Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila</i>	0.17	2	I
Arthropoda	Insecta		Trichoptera	Annulupalpia	Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila</i>	0.50	3	I
Arthropoda	Insecta		Trichoptera	Annulupalpia	Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila</i>	0.71	4	I
Arthropoda	Insecta		Trichoptera	Integripalpia	Limnephilidae	<i>Limnephilus</i>	1.14	4	I
Arthropoda	Insecta		Trichoptera	Integripalpia	Limnephilidae	<i>Stenophylax</i>	0.17	3	I
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Beraeidae	<i>Beraea</i>	2.50	2	P
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Glossosomatidae	<i>Glossosoma</i>	1.00	2	I
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Goeridae	<i>Larcasia</i>	6.71	4	O
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	0.17	1	P
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	1.83	1	V
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	2.71	1	O

Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	7.50	2	P
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	1.83	2	V
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	57.17	2	O
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	9.67	2	I
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	6.33	3	P
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	2.00	3	V
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	15.50	3	O
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	15.33	3	I
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	0.33	4	p
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	0.14	4	V
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	1.00	4	O
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Hydroptila	<i>Hydroptila</i>	1.83	2	I
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i>	0.17	1	V
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i>	0.17	2	P
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i>	0.17	4	P
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Limnephilidae	<i>Chaetopteryx</i>	0.17	2	P
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Limnephilidae	<i>Chaetopteryx</i>	0.67	4	P
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Limnephilidae	<i>Chaetopteryx</i>	3.00	4	O
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Limnephilidae	<i>Chaetopteryx</i>	0.57	4	I
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Limnephilidae	<i>Halesus</i>	0.86	4	I
arthropoda	Insecta		Trichoptera		Limnephilidae	<i>Limnephilus</i>	0.29	1	O
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Limnephilidae	<i>Limnephilus</i>	2.29	4	V
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Limnephilidae	<i>Stenophylax</i>	0.17	2	I
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Limnephilidae	<i>Stenophylax</i>	0.43	4	I
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Philopotamidae	<i>Philopotamus</i>	0.17	1	I
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Philopotamidae	<i>Philopotamus</i>	0.17	2	I
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Philopotamidae	<i>Philopotamus</i>	0.57	4	I
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i>	0.17	1	V
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i>	0.17	1	I

Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i>	0.33	2	P
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i>	0.17	2	O
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i>	0.83	2	I
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i>	0.17	3	P
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i>	0.17	4	P
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i>	0.14	4	I
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Psychomyidae	<i>Psychomyia</i>	0.33	1	P
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Psychomyidae	<i>Psychomyia</i>	0.50	1	V
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Psychomyidae	<i>Psychomyia</i>	1.50	2	P
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Psychomyidae	<i>Psychomyia</i>	1.17	2	I
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Psychomyidae	<i>Psychomyia</i>	0.17	3	P
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Rhyacophila	<i>Rhyacophila</i>	0.17	2	P
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Rhyacophila	<i>Rhyacophila</i>	0.33	4	P
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Rhyacophila	<i>Rhyacophila</i>	0.29	4	V
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila</i>	0.33	1	V
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila</i>	0.17	2	V
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila</i>	0.17	2	O
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila</i>	0.17	3	V
Arthropoda	Insecta		Trichoptera		Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila</i>	0.50	3	O
Cnidaria	Hydrozoa		Hydreyueduoida		Hydridae		0.50	2	I
Cnidaria	Hydrozoa		Hydreyueduoida		Hydridae		1.33	3	P
Mollusca	Bivalvia		Veneroida		Pisidiidae	<i>Psidium</i>	1.67	2	P
Mollusca	Bivalvia		Veneroida		Pisidiidae	<i>Psidium</i>	3.83	2	V
Mollusca	Bivalvia		Veneroida		Pisidiidae	<i>Psidium</i>	0.33	2	O
Mollusca	Bivalvia		Veneroida		Pisidiidae	<i>Psidium</i>	1.83	2	I
Mollusca	Bivalvia		Veneroida		Pisidiidae	<i>Psidium</i>	0.33	3	P
Mollusca	Bivalvia		Veneroida		Sphaeriidae	<i>Sphaerium</i>	1.00	2	O
Mollusca	Gastropoda		Basommatophora		Planorbidae	<i>Ancylus</i>	0.17	1	I
Mollusca	Gastropoda		Basommatophora		Planorbidae	<i>Ancylus</i>	0.33	2	P

Mollusca	Gastropoda		Basommatophora		Planorbidae	<i>Ancylus</i>	1.00	2	P
Mollusca	Gastropoda		Basommatophora		Planorbidae	<i>Ancylus</i>	2.17	2	O
Mollusca	Gastropoda		Basommatophora		Planorbidae	<i>Ancylus</i>	1.17	2	I
Mollusca	Gastropoda		Basommatophora		Planorbidae	<i>Ancylus</i>	0.67	3	I
Mollusca	Gastropoda		Basommatophora		Planorbidae	<i>Ancylus</i>	4.50	4	P
Mollusca	Gastropoda		Basommatophora		Planorbidae	<i>Ancylus</i>	1.00	4	O
Mollusca	Gastropoda		Basommatophora		Planorbidae	<i>Ancylus</i>	1.86	4	I
Mollusca	Gastropoda		Littorinimorpha		Physidae	<i>Physa</i>	1.17	1	V
Mollusca	Gastropoda		Littorinimorpha		Physidae	<i>Physa</i>	2.00	2	P
Mollusca	Gastropoda		Littorinimorpha		Physidae	<i>Physa</i>	0.17	4	P
Mollusca	Gastropoda		Littorinimorpha		Physidae	<i>Physa</i>	0.14	4	V
Mollusca	Gastropoda		Littorinimorpha		Physidae	<i>Physa</i>	0.43	4	I
Mollusca	Gastropoda		Littorinimorpha		Tateidae	<i>Potamopyrgus</i>	1.67	2	P
Mollusca	Gastropoda		Littorinimorpha		Tateidae	<i>Potamopyrgus</i>	1.17	2	V
Mollusca	Gastropoda		Littorinimorpha		Tateidae	<i>Potamopyrgus</i>	0.17	2	O
Mollusca	Gastropoda		Littorinimorpha		Tateidae	<i>Potamopyrgus</i>	0.33	2	I
Mollusca	Gastropoda		Littorinimorpha		Tateidae	<i>Potamopyrgus</i>	0.33	4	P
Mollusca	Gastropoda		Littorinimorpha		Tateidae	<i>Potamopyrgus</i>	2.86	4	V
Mollusca	Gastropoda		Littorinimorpha		Tateidae	<i>Potamopyrgus</i>	12.71	4	O
Mollusca	Gastropoda		Sorbeoconcha		Tateidae	<i>Potamopyrgus</i>	1.14	4	I
Mollusca	Gastropoda				Lymnaea	<i>Lymnaea</i>	0.14	1	O
Mollusca	Gastropoda				Physidae	<i>Physa</i>	4.57	1	O
Mollusca	Gastropoda				Physidae	<i>Physa</i>	0.17	2	O
Mollusca	Gastropoda				Physidae	<i>Physa</i>	0.29	4	O
Mollusca	Gastropoda				Planorbidae	<i>Planorbarius</i>	0.14	4	O
Mollusca	Gastropoda				Tateidae	<i>Potamopyrgus</i>	0.14	1	O
Molusca	Bivalvia		Veneroida		Pisidiidae	<i>Psidium</i>	0.67	3	V